

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Biopaliva a životní prostředí

Biofuels influence on the environment

Autor:

Věra Vrlíková

Vedoucí práce:

Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student:

Věra Vrlíková

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů

Téma:

Biopaliva a životní prostředí
Biofuels influence on the environment

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. EU, ČR a energetická politika
3. Legislativní předpisy dotýkající se oblasti biopaliv
4. Biomasa jako surovina pro biopaliva
5. Rozdělení biopaliv
6. Očekávané přínosy biopaliv z hlediska životního prostředí
7. Vliv biopaliv na výkon motoru a emise
8. Vliv biopaliv na klimatické změny
9. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Augusta, P. (ed., 2001): Velká kniha o energii, L.A. Consulting Agency, Praha.

Adamec Vladimír,: Doprava, zdraví a životní prostředí. 1. vydání Praha, Grada publishing, a.s., 2008, ISBN 978-80-247-2156-9.

Vlk, F.: Alternativní pohony motorových vozidel: (zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodí). Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. ISBN 80-239-1602-5.

Burrell, A. et al (2010): Impacts of the EU biofuels target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment, Joint Research Centre.

(http://ec.europa.eu/energy/renewables/consultations/doc/public_consultation_iluc/study_1_jrc_biofuel_target_iluc.pdf).

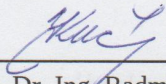
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

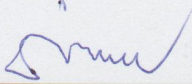
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015




doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo –bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě 30. dubna 2015

.....

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Haně Škrobánkové, Ph.D. za cenné rady při vypravování své bakalářské práce a rovněž bych i poděkovala Mgr. Radomíře Gebauerové za věnovaný čas při kontrole pravopisu a nakonec i svému příteli Ing. Zbyňkovi Složilovi za objasnění mých nejasností.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá biopalivy a životním prostředím. Nejdříve je zaměřena na energetickou politiku EU a ČR, na kterou navazují legislativní předpisy, které se dotýkají oblasti biopaliv. Pouze stručně je nastíněná biomasa z hlediska energie. Dále je popsáno rozdělení biopaliv a následně podrobněji popsáno rozdělení a charakterizování biopaliv z hlediska generace. Na závěr své práce se zaměřuji na přínosy biopaliv, ale současně i problematiku biopaliv jak na motorová vozidla a jejich emise, ale i jak mohou biopaliva ovlivnit životní prostředí, což může mít vážné důsledky pro obyvatelstvo.

Klíčová slova: alternativní palivo, bioethanol, biomasa, biomethanol, bionafta, biopalivo

Abstract

This bachelor thesis deals with biofuels and a environment. First, it focuses on energy policies of EU and the Czech Republic which are connected to legislative regulations about biofuels. Only briefly it outlines something in terms of biomass energy. Further it describes the division of biofuels and subsequently it describes distribution and characterization of biofuels generation in more detail. At the conclusion of my work focuses benefits of biofuels. It also solves a issue of biofuels, both for motor vehicles and their emissions, but also how biofuels can affect a environment, which can have serious consequences for the population.

Keywords: alternative fuel, bioethanol, biomass, biomethanol, biodiesel, biofuel

Seznam použitých zkratk a symbolů

BRO	– biologický rozložitelný odpad
B30, B100	– bionafta
CNG	– Compressed Natural Gas
ČR	– Česká republika
DPH	– daň z přidané hodnoty
EU	– Evropská unie
E85	– bioethanol
FAME	– fatty acid methyl ester
ILUC	– Indirect land use change
LPG	– Liquefied Petroleum Gas
MEŘO	– methylester řepky olejné
M85	– biomethanol
PM	– Particulate Matter
SMN	– směsná motorová nafta
TTP	– trvalý travní porost

Obsah

1	Úvod a cíl práce	1
2	Evropská a česká energetická politika	2
2.1	Historie biopaliv	2
2.2	Postoj Evropské unie	3
2.3	Postoj České republiky	4
3	Legislativní předpisy	5
4	Biomasa	11
4.1	Přeměny biomasy	12
5	Rozdělení biopaliv	14
5.1	I. generace biopaliv	15
5.1.1	Bioethanol	16
5.1.2	Bionafta	17
5.1.3	Bioplyn	19
5.1.4	Syntézní plyn	19
5.2	II. generace biopaliv	20
5.2.1	Trávy	20
5.2.2	Odpadní rostlinné oleje	20
5.2.3	Komunální odpad	21
5.2.4	Biomethanol	21
5.3	III. generace biopaliv	22
6	Očekávané přínosy biopaliv z hlediska životního prostředí	24
7	Vliv biopaliv na výkon motoru a emise	25
8	Vliv biopaliv na klimatické změny	30
8.1	Vliv na ovzduší	30

8.2	Vliv na zemědělskou půdu	30
8.3	Vliv na vodu	31
8.4	Vliv na biodiverzitu	32
9	Závěr	33

Seznam obrázků

1	Schéma přeměny biomasy	12
2	Státní podpora biopaliv	15
3	Schéma výroby bioethanolu z cukru	16
4	Schéma výroby bioethanolu ze škrobu	16
5	MEŘO	18
6	Pěstování řepky olejné	18
7	Schéma výroby bioplynu	19
8	Komunální odpad pro biopaliva	21
9	Schéma výroby biopaliv z řas	22
10	Fotobioreaktor	23
11	Spotřeba biopaliv v ČR	25
12	Poškozené vstřikovací trysky	27
13	Usazeniny ve výfukovém potrubí po 600 h	28
14	Množství vypouštěných vybraných emisí	29

Seznam tabulek

1	Spotřební daň pro daná paliva	6
2	Vybrané suroviny pro výrobu biopaliv a jejich spotřeba	14

1 Úvod a cíl práce

V dnešní době máme možnost využívat fosilní paliva, ze kterých se vyrábí palivo do motorových vozidel, pro vytápění našich domácností nebo v jiných průmyslových odvětvích. V minulosti pravěcí lidé nepotřebovali ropu při svých loveckých cestách za mamutem, nepotřebovali uhlí, aby si mohli vytopit svá obydlí a ani nepotřebovali jiné nerostné suroviny.

Ovšem tak jak má vše svůj počátek, tak má i svůj konec a jednou, ať už v blízké budoucnosti nebo vzdálené, zdroje fosilních surovin budou vyčerpány. Jednou z možností bude hledání nových světových zásob, ale ty budou opět omezené, takže tato možnost bude jen dočasná. Druhou možností bude využívat alternativní zdroje. Již dnes jsou snahy o elektrický automobil, palivo na základě vodíku nebo využívání biopaliv.

Biopaliva představují možnost využití jako pohonného paliva, jelikož zásoby ropy pomalu, ale jistě docházejí. Rostliny pro výrobu biopaliv vypěstujeme, zpracujeme na požadované alternativní palivo a využijeme a stále dokola, takže není možnost, že by nám biopaliva někdy došla. Zemědělské plochy, které se nevyužívají, mohou být využité pro produkce biopaliv, což by zajistilo práci v zemědělském sektoru.

Ve své bakalářské práci se na začátku zaměřím na historický vývoj biopaliv a následně pak na postoj k biopalivům z hlediska EU a ČR a na platné legislativní předpisy dotýkající se oblasti biopaliv. Jen stručným na stínem se dotknu biomasy, jelikož má práce je na téma biopaliva. Dále se pak zaměřím na rozdělení biopaliv a konkrétní zástupce, jejich přínosy pro životní prostředí a jak působí na motory automobilů. Jelikož vše má své výhody a nevýhody, tak i biopaliva mají své stinné stránky, takže se na závěr zaměřím na to, jak negativně mohou ovlivnit jednotlivé složky životního prostředí.

Cílem mé bakalářské práce je vytvořit ucelený přehled biopaliv. Budu se snažit představit, zda je výhodné využívat biopalivo jako alternativní palivo. Ovšem i v oblasti biopaliv existují nevýhody v jejich pěstování, takže se budu snažit objasnit, jak a kde není dobré pěstovat rostliny pro tuto produkci.

2 Evropská a česká energetická politika

Tato kapitola je podrobně zaměřená nejdříve na historii biopaliv včetně historie biopaliv v České republice a poté se současně tato kapitola zabývá, tím jaký postoj k biopalivům zaujímá EU a ČR.

2.1 Historie biopaliv

Již v 19. století, kdy vynálezce Rudolf Diesel vynalezl diesellový motor, se snažil využívat rostlinné oleje, aby mohl být nezávislý na ropě. Rudolf Diesel vytvářel rozsáhlé studie na rostlinná paliva, čímž zastával názor, že by zemědělci mohli mít prospěch za poskytování vlastního zdroje.[4]

Tak jako Rudolf Diesel, také Henry Ford se pro svůj automobilový model snažil využívat jako palivo ethanol z pěstované kukuřice [30]. Ford v roce 1925 předpokládal, že palivo budoucnosti bude pocházet z ovoce, plevy, pilin nebo čehokoliv jiného [79].

Během 1. světové války docházelo k výpadkům fosilních olejů, proto po ethanolu byla vysoká poptávka, jelikož se zjistilo, že ethanol může být smíchán s benzínem, čímž bylo využíváno jako vhodné pohonné palivo [79]. Po válce ovšem byl benzín tak levný, že ethanol z trhu vymizel až do roku 1970 [68]. V roce 1970 vlivem ropné krize došlo k návratu myšlenky o rostlinných palivech. Vědci z Rakouska, USA, Jižní Afriky a jiných zemí se snažili o rostlinný olej, který by byl využitý pro vznětové motory, ovšem se špatnou kvalitou paliva (především v důsledku viskozity) došlo k poškození motoru [44].

První výrobní závod na bionaftu pochází z roku 1985 ze zemědělské školy v Rakousku. Od roku 1992 byla bionafta komerčně využívána po celé Evropě, přičemž Německo je největším výrobcem biopaliv [44]. Během 90. let byla poskytována nepřímá finanční podpora s nulovou spotřební daní na vyrobené MEŘO a dále bylo možné uplatnit vratku spotřební daň na směsnou motorovou naftu tzv. SMN 30 (kde byl minimální podíl 30 % MEŘO a zbytkem byla klasická motorová nafta). S uplatněním SMN 30 se stalo ekonomicky zajímavým palivem nahrazující motorovou naftu v zemědělských podnicích, hromadné přepravě a větších dopravních podnicích. S časem docházelo k úpravám podpory, kdy se snižoval rozdíl mezi běžnou motorovou naftou a směsnou motorovou naftou (poslední úprava podpory výroby proběhla v období 2001 až 2002)[31].

Až na některé pokusy využívající podzemnicový olej či dřevoplyn, je nejstarším biopalivem bioethanol, který v době meziválečného Československa dosáhl značného využití [31]. V Československu se bioethanol začal využívat především pro zážehové motory jako tzv. dyakol obsahující 50 % kvasného líhu, 30 % benzenu

a 20 % benzínu [76]. Ovšem po 2. světové válce bioethanol ustoupil do pozadí v důsledku nástupu ropy [24]. Transformací ekonomiky v roce 1990 vznikl Svaz československých průmyslových lihovarů, který společně s ministerstvem zemědělství začal jednat o využívání líhobenzínových paliv, což bylo vyvoláno nadbytkem domácí produkce obilovin. Ovšem v roce 1992 vznikl projekt bioethanolu, který byl mnohem složitější, dostal se do silného lobbistického zájmu, byl odložen a nakonec i zrušen, ale až po zavedení nízkoprocentního přimíchávání do benzínu se znovu začal bioethanol využívat a MEŘO, který fungoval bez problémů, umožnil zapojení do trendu náhrady fosilních paliv [31].

2.2 Postoj Evropské unie

Cílem pro využívání biopaliv v Evropské unii se stala motivace snížení emisí skleníkových plynů, zvýšení dekarbonizace pohonných hmot, diverzifikace zdroje dodávek paliv a vyvinutí dlouhodobé náhrady za fosilní paliva.[66]

V letech 1985 až 2004 v západní Evropě vzrostla v silniční dopravě spotřeba paliva až o 50 %, přesto se do roku 2000 dováželo až 75 % ropy. V rámci Kjótského protokolu se Evropská unie zavázala o snížení 8 % CO_2 [66] do konce roku 2012 (v roce 2013 snížila emise o 1,8 % ve srovnání s rokem 2012 a oproti roku 1990 pak EU snížila emise o 19 % [1]), vzhledem tohoto snížení emisí je EU na dobré cestě, že v roce 2020 splní i druhý závazek Kjótského protokolu [1]. Podle analýzy bionafta nebo bioethanol produkují podstatně méně emisí CO_2 než u fosilních paliv, proto si v roce 2005 EU stanovila za cíl, že nahradí 20 % [66] paliva alternativními do roku 2020. Diskuze pro přezkoumání biopaliv v Evropské unii jsou v plném proudu, jelikož EU zatím neuvedla, jaký typ pravidel pro oblast biopaliv bude existovat po roce 2020, toto má za následek nejistoty pro výrobce ethanolu [81].

V roce 2006 Komise vydala zelenou knihu Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii a v roce 2007 pak strategický balíček dokumentů, kde si EU vytkla ekologické cíle, které se týkají obnovitelných zdrojů a omezení skleníkových plynů. EU začala přehodnocovat někdejší masivní podporu biopaliv, především pak z první generace [35].

Směrnice o obnovitelných zdrojích si klade za cíl zvýšení podílu biopaliv, čímž by se snížily emise skleníkových plynů, a také by došlo k nižší závislosti na dovozu energie z Ruska. Ovšem objevily se názory, které tvrdí, že při současných postupech, kdy k výrobě slouží především potravinové plodiny, přinese zvyšování jejich podílu více škody než užitku. Parlamentní komise pro životní prostředí při zasedání reagovala na kritiku biopaliv, kdy navrhla snížení povinného podílu na 4 % [21] do roku 2015. I přes kritiku na biopaliva si Evropská komise trvá na svých cílech týkající se biopaliv.

2.3 Postoj České republiky

Česká republika se zavázala v souladu se směrnicí 2009/28/ES postupně dosáhnout 10 % obnovitelné energie využívající se v dopravě. Významnou roli hraje zemědělský sektor, který vytváří zemědělskou půdu za účelem výroby biomasy (v dnešní době je pro toto zajištění využíváno 9 % [84] zemědělské půdy).

V roce 2012 Evropská komise představila návrh revize směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES a 98/70/ES, kde návrh zpřísňuje kritéria udržitelnosti biopaliv, řešení problematiky ve využívání půdy způsobenou pěstováním biomasy pro výrobu biopaliv nebo omezení příspěvku biopaliv vyrobených z potravinářské biomasy. Z těchto změn je nejzásadnější omezení příspěvku tradičních biopaliv vyráběných z potravinářské biomasy a jejich nahrazení pokročilými biopalivy. Česká republika s omezením tradičních biopaliv I. generace nesouhlasí z důvodu závěru Akčního plánu pro biomasu vyplývající disponováním s dostatečným potenciálem pro výrobu biopaliv I. generace. V dnešní době neexistuje jiný obnovitelný zdroj v dopravě než by byla biopaliva I. generace, jenž by naplnila cíl 10 % [83]. Omezení tradičních biopaliv má za následek pokles soběstačnosti produkce krmiv pro výživu zvířat, pro plnění cílů u pokročilých biopaliv bude vyvíjen tlak na nepotravinářské suroviny a poptávka po těchto surovinách bude redukována na polovinu až čtvrtinu, v porovnání se surovinami pro biopaliva I. generace nebo výroba biopaliv by přestala konkurovat potravinářství, ale mohla by konkurovat jiným sektorům.[83]

Změna ve využití půdy předpokládá, že suroviny pro biopaliva jsou pěstované na plochách se stávajícími kritérii udržitelnosti. Česká republika nesouhlasí s povinným zohledněním ILUC a to proto, že pěstitelé biomasy jsou vázáni nejenom kritérii udržitelnosti, ale i jinými podmínkami, díky kterým je zařazeno, aby došlo k nepřímým změnám ve využití půdy a také navržené ILUC faktory diskriminují pěstitele řepky olejné, kteří doplácí na hodnoty vztažené na olejninu ze třetích zemí.[83]

Dne 6. 8. 2014 Vláda České republiky schválila Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 až 2020, kde je cílem zachování stávající podpory ve využívání čistých a také vysokoprocených směsí biopaliv. Tento program navázal na původní program z roku 2008, který je platný až do 30. 6. 2015. Nový program se zaměřuje na problémy uplatňování kapalných biopaliv jak po technické, tak i po legislativní stránce a rovněž představuje rámec pro jednotlivé druhy biopaliv stanovuje optimální výši podpory, tak aby nedošlo k finanční překompenzaci.[85]

3 Legislativní předpisy

V následující kapitole je přehled platných legislativních předpisů, jenž se dotýkají oblasti biopaliv.

Směrnice 2003/30/ES o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě [49]

Členským státům tato směrnice uložila zajistit, aby paliva, která budou uváděna na trh, obsahovala minimální procento biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot. Biopaliva by zde měla být prodávána jako čistá biopaliva, deriváty minerálních olejů s vysokou koncentrací, která jsou v souladu s jakostními normami pro použití v dopravě nebo biopaliva smíšená s deriváty minerálních olejů. V opatřeních, které členské státy přijmou, by měly zohlednit celkovou klimatickou situaci i dopad na životní prostředí u různých biopaliv a u jiných obnovitelných biopaliv, kdy by měly podporovat zejména ty pohonné hmoty, jejichž celkový dopad na životní prostředí a návratnost vykazují velmi dobré výsledky.

Členské státy mají sledovat působení biopaliv, která jsou používána jako částečná s více než 5 % náhradkou v naftě u vozidel, která k tomuto účelu nebyla upravena nebo mají zajistit, aby veřejnost byla informována o dostupnosti biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmotách. Jestliže směs biopaliv s deriváty minerálních olejů překročí mezní hodnotu 5 % methylesterů mastných kyselin či 5 % bioethanolu, musí být zvláštním způsobem tato skutečnost vyznačená v prodejních místech.

Podle této směrnice musejí členské státy oznámit Komisi do 1. července každého roku:

- *jaká opatření přijaly na podporu využití biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot, aby jimi nahradily benzín nebo naftu v dopravě,*
- *státní zdroje přidělené na produkci biomasy pro jiné energetické účely než dopravu,*
- *celkové množství prodaných pohonných hmot pro dopravu a podíl biopaliv, čistých nebo ve směsi, a jiných obnovitelných paliv uvedených na trh za předchozí rok.*

Směrnice 2003/96/ES, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny [67]

Evropská unie přistoupila ke zvýhodnění biopaliv pomocí ekonomického nástroje, kdy tato směrnice zavedla povinné nepřímé zdanění pohonných hmot, paliv

a elektřiny a stanovila nejnižší možné sazby takovéto daně. Podle článku 16 směrnice umožnila členským státům uplatňovat pod finanční kontrolou osvobození od daně nebo sníženou daňovou sazbu u produktů, které pocházejí z biomasy.

Tato směrnice je v českém právním řádu převzata do zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, kde v § 49 Osvobození od daně z minerálních olejů jsou osvobozené [65] (Tab. 1 [84]):

- *Od daně jsou dále osvobozeny směsi minerálních olejů a lihu kvasného bezvodého zvláště denaturovaného splňujícího kritéria udržitelnosti biopaliv.*
- *Od daně jsou osvobozeny metylestery nebo etylestery mastných kyselin uvedené pod kódem nomenklatury 3824 90 99, které splňují kritéria udržitelnosti biopaliv a které jsou určeny k použití, nabízeny k prodeji nebo používány pro pohon motorů.*
- *Od daně jsou osvobozeny rostlinné oleje uvedené pod kódy nomenklatury 1507 až 1518, které splňují kritéria udržitelnosti biopaliv a které jsou určeny k použití, nabízeny k prodeji nebo používány pro pohon motorů.*
- *Od daně je osvobozen zkapalněný bioplyn uvedený pod kódem nomenklatury 2711 19, který je předmětem daně a splňuje kritéria udržitelnosti biopaliv.*
- *Od daně jsou osvobozeny minerální oleje vyrobené z nepotravinářských částí biomasy nebo z biologického odpadu, které svým použitím odpovídají minerálním olejům, nebo směsím, které splňují kritéria udržitelnosti biopaliv a které jsou určeny k použití, nabízeny k prodeji nebo používány pro pohon motorů vybraných motorových vozidel v rámci pilotních projektů.*

pohonná hmota	daňová úleva (%)	Kč/l
benzín	0	12,84
nafta	0	0,95
E85	85	1,93
B30	30	7,67
B100	100	0

Tabulka 1: Spotřební daň pro daná paliva

Směrnice 2009/30/ES o specifikaci benzinu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů [51]

Ve směrnici je dáno, že dodavatelé by měli do roku 2020 postupně snižovat emise skleníkových plynů pomocí biopaliv, alternativních paliv a snížením spalování.

Přidáním ethanolu do benzínu dochází ke zvýšení tlaku par konečného paliva, přičemž tlak par by měl být kontrolován, aby došlo k omezení emisí látek znečišťujících ovzduší. Pro takové směsi je vhodné stanovit výjimky pro maximální tlak par v letním období na základě posouzení Komise.

V článku 7b Kritéria udržitelnosti pro biopaliva se uvádí, že od 1. ledna 2017 by měla být úspora emisí skleníkových plynů z biopaliv 50 % a od 1. ledna 2018 pak musí činit alespoň 60 % a rovněž ukládá, že biopaliva nesmí být vyrobena ze surovin, které jsou získané z půd s vysokou hodnotou biologické rozmanitosti:

- *původní les a jiné zalesněné plochy, totiž les a jiné zalesněné plochy s původními druhy, kde nejsou žádné viditelné známky lidské činnosti a kde nejsou významně narušeny ekologické procesy,*
- *oblasti určené zákonem nebo příslušným orgánem k účelům ochrany přírody nebo k ochraně vzácných nebo ohrožených ekosystémů či druhů, které byly uznány mezinárodními dohodami nebo zařazeny na seznam sestavený mezinárodními organizacemi nebo Mezinárodní unií pro ochranu přírody,*
- *vysoce biologicky rozmanité porosty a to travní porosty, které by bez lidského zásahu zůstaly zachovány jako takové a jež stále vykazují přirozené složení druhů a ekologické charakteristiky a procesy nebo porosty, které by bez lidského zásahu nezůstaly zachovány jako travní porosty a jsou druhově bohaté a nezneškodnocené k uchování statusu travních porostů.*

A taktéž nesmí být vyrobena ze surovin, které byly získané z půd s velkou zásobou uhlíku:

- *mokřady, totiž půda pokrytá nebo nasycená vodou trvale nebo po významnou část roku,*
- *souvisle zalesněné plochy, totiž půda o rozloze větší než 1 hektar se stromy vyššími než pět metrů a porostem koruny tvořícím více než 30 %, nebo se stromy schopnými dosáhnout těchto limitů in situ,*
- *půda o rozloze větší než 1 hektar se stromy vyššími než pět metrů a porostem koruny tvořícím 10 až 30 % nebo se stromy schopnými dosáhnout těchto limitů in situ, ledaže je prokázáno, že při uplatnění metodiky stanovené v příloze IV části C je zásoba uhlíku v oblasti, předtím než došlo k přeměně půdy, a po její přeměně, taková, že by byly splněny podmínky stanovené v odstavci 2 tohoto článku.*

Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů [50]

Tato směrnice definuje základní pojmy jako je biomasa, biokapalina, biopalivo a jiné pojmy. Podle článku 3 by měl každý členský stát zajistit, aby podíl obnovitelné energie v celé dopravě v roce 2020 činil 10 % konečné spotřeby energie. Podle článku 4 členské státy mají přijmout národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů, který stanovuje národní cíle státu pro podíl z obnovitelných zdrojů v dopravě a také při výrobě elektřiny, vytápění a chlazení v roce 2020.

Směrnice rovněž uvádí, kde nesmí být biopaliva vyrobená ze surovin získaných z půdy, kde je vysoká biologická rozmanitost, z půdy s velkou zásobou uhlíku či na rašeliništích.

Strategie Evropské unie pro biopaliva [19]

V této strategii Komise definovala roli biopaliv vyrobená z biomasy, které může hrát v budoucnosti jako obnovitelný zdroj energie alternativu ke zdrojům energie z fosilních paliv a také navrhla opatření na podporu výroby a využití biopaliv.

Strategie doplnila Akční plán pro biomasu přijatou na konci roku 2005 a reaguje na ni 3 cíli:

- další podporou biopaliv v Evropské unie a v rozvojových zemích,
- přípravou pro rozsáhlé využívání biopaliv,
- zvýšenou spoluprací s rozvojovými zeměmi v oblasti udržitelné výroby biopaliv.

Jako opatření určených pro zajištění přínosů pro životní prostředí má Komise zdůraznit výhody biopaliv v oblasti snižování emisí skleníkových plynů. Kromě toho je nezbytné, aby bylo zaručeno, že suroviny pro biopaliva budou produkovány udržitelným způsobem, a to jak v EU, tak i ve třetích zemích. Dalším důležitým prvkem, který je potřeba vzít do úvahy, je technická kompatibilita a životní prostředí s ohledem na maximální množství biopaliv v benzínu a motorové naftě.

S cílem zajistit udržitelnou produkci biopaliv má Komise v úmyslu rozšířit zásobu surovin. Jedním z opatření je zahrnutí produkce cukru pro výrobu bioethanolu a kromě toho bude zkoumat možnost zpracování obilovin z existujících zásob na biopaliva. Komise bude nadále podporovat výzkum a inovace za účelem zlepšení výrobních procesů a snížení nákladů. Mezi hlavní opatření patří jiné pokračování činnosti v oblasti výzkumu a vývoje pro plné využití druhé generace biopaliv, což je materiál pocházející ze zpracování dřevní suroviny.

Sdělení Komise COM(2012) 271 Obnovitelná energie: významný činitel na evropském trhu s energií [20]

Pracovní plán stanovuje dlouhodobou strategii pro energii z obnovitelných zdrojů v EU, kdy cílem této strategie je umožnit, aby EU splnila zvýšení bezpečnosti dodávek energie a snížila emise skleníkových plynů. Komise navrhla stanovení závazného cíle s 20 % podílem energie z obnovitelných zdrojů na spotřebě energie v EU do roku 2020 a povinný minimální cíl 10 % pro biopaliva.

Pracovní plán si stanoví každý členský stát k přijetí závazných cílů a akčních plánů v souladu s jeho potenciálem. Tyto akční plány musí obsahovat konkrétní opatření a cíle pro sektory elektřiny, biopaliva a vytápění a chlazení. Komise navrhne opatření ke zlepšení vnitřního trhu a odstranění překážek k rozvoji obnovitelných zdrojů energie v oblasti elektrické energie, vytápění a chlazení, například snížením administrativní zátěže, zlepšením transparentnosti a poskytováním informací nebo nastavením a zvýšením počtu zařízení propojovacích systémů.

Zákon o ochraně ovzduší [64]

Pro oblast biopaliv v zákoně o ochraně ovzduší je věnovaný § 9 až 21. Podle § 9 je stanoveno, že osoba, která uvádí na trh motorové benzíny či motorovou naftu pro dopravní účely v České republice popř. v jiném členském státě Evropské unie, je povinna zajistit minimální množství biopaliv, a to:

- *ve výši 4,1 % objemových z celkového množství motorových benzinů přimíchaných do motorových benzinů,*
- *ve výši 6,0 % objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty.*

Podle § 20 dodavatel pohonných hmot je povinný postupně snižovat emise skleníkových plynů na jednotku energie, která je obsažená v biopalivech, ale to pouze za předpokladu splnění kritérií udržitelnosti.

Podle § 21 Kritéria udržitelnosti biopaliv, kde biopaliva musí splňovat kritéria udržitelnosti, jenž jsou stanovena prováděcím právním předpisem, mohou být využívána do plnění § 19 a 20.

Nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv [62]

Nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv zapracovává platné předpisy EU. Toto nařízení vlády stanovuje kritéria udržitelnosti biopaliv, požadavky na sys-

tém kvality a systém hmotnostní bilance, náležitosti prohlášení a dílčího prohlášení o shodě kritérií udržitelnosti a náležitosti samostatného prohlášení pěstitele biomasy včetně její dokumentace, základní hodnotu produkce emisí skleníkových plynů pro fosilní pohonné hmoty a obsahové náležitosti zprávy o emisích.

Podle tohoto zákona biopaliva splňují kritéria pokud:

- *vykazují úsporu emisí skleníkových plynů podle odstavce 3,*
- *biomasa použitá k jejich výrobě splňuje požadavky uvedené v odstavcích 4 až 7 a*
- *biomasa použitá k jejich výrobě byla vypěstována v souladu s požadavky a normami podle společných pravidel pro režimy přímých podpor v rámci společné zemědělské politiky Evropské unie, jde-li o biomasu vypěstovanou na území členského státu Evropské unie.*

Podle zákona je stanovena úspora emisí skleníkových plynů při používání biopaliv, které splňují kritéria udržitelnosti musí činit nejméně:

- *35 % do 31. prosince 2016,*
- *50 % od 1. ledna 2017,*
- *60 % od 1. ledna 2018 v případě biopaliv vyrobených ve stacionárním zdroji, uvedeném do provozu 1. ledna 2017 nebo později.*

Biomasa splňuje kritéria udržitelnosti, jestliže nepochází z půdy, která má vysokou biologickou rozmanitost, vysokou biologickou rozmanitost travních porostů a oblasti, která jsou stanovená zákonem. Rovněž nesmí být pěstovaná na územích, kde je velká zásoba uhlíku nebo a územích rašelinišť (viz. evropská směrnice 2009/30/ES).

Vyhláška o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci [63]

Tato vyhláška zapracovává platné předpisy Evropského společenství a upravuje požadavky na jakost pohonných hmot, způsob sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot nebo evidenci pohonných hmot. Způsob sledování, které se provádí pomocí odebraných vzorků, jenž musí odpovídat příslušným technickým normám. Zároveň jsou zde definované pojmy jako je biopalivo, biomasa, bioplyn, bioethanol, bioether, bionafta či směsné palivo.

4 Biomasa

Biomasou se rozumí biologicky rozložitelná část produktů, odpadů a zbytků biologického původu ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), z lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví včetně rybolovu a akvakultury, jakož i biologicky rozložitelná část průmyslových a komunálních odpadů [50]. Biomasa je složená ze směsi organických molekul, které obsahují uhlík, vodík, kyslík, dusík nebo malá množství jiných atomů, včetně alkalických kovů, kovů alkalických zemin a těžkých kovů. Tyto kovy se často nacházejí ve funkčních molekulách, jako jsou porfyriny ¹ obsahující chlorofyl, který obsahuje hořčík [10].

Uhlík, který je využitý k biomase je absorbován rostlinami z atmosféry v podobě oxidu uhličitého. Rostliny mohou být následně použité jako potrava pro zvířata, čímž dochází k převedení na živočišnou biomasu. V případě, že rostlinný materiál se nestane potravou pro živočichy, buď se uhlík uvolňuje zpět do atmosféry jako oxid uhličitý nebo jako metan, to však záleží na podmínkách a procesech, nebo spálený uhlík se vrací do atmosféry v podobě oxidu uhličitého.[10] Výhody biomasy jsou zejména, že biomasa je obnovitelným zdrojem energie, který není vázán na určitou lokalitu. Přebytkovou zemědělskou půdu, jenž se nehodí na pěstování zemědělských plodin, lze využívat na pěstování energetických plodin. Energetické dopady biomasy mají za následek menší negativní dopady na životní prostředí, ale má i své nevýhody, kdy obsahuje větší obsah vody, proto má menší výhřevnost, má vyšší nároky na skladování, jelikož má větší objem, je zde potřeba úpravy paliva, čímž jsou vkládané investice do nových zařízení nebo je zde složitá manipulace oproti plynu nebo elektřiny.[22]

Pro využití biomasy se využívají[18]:

Zvláštní energetické plodiny - patří zde bylinné plodiny a krátce rostoucí dřeviny. Bylinné energetické plodiny jsou sklizené každoročně po 2 až 3 let, kdy dosáhnou své plné produktivity. Nejčastějšími plodinami jsou zde trávy, proso, bambus, sladké čiroku, korma luční nebo listová zelenina. Krátce rostoucími dřevinami jsou rychle rostoucí stromy tvrdého dřeva, které jsou sklizené za 5 až 8 let od výsadby. Patří zde hybridní topol, vrba, hybridní javor stříbrný, východní topol, zelený jasan, ořešák černý nebo platan.

Zemědělské plodiny - tyto plodiny patří v současné době k dostupným polotovarům jako jsou kukuřičný škrob, kukuřičný olej, sójový olej, pšeničný škrob nebo rostlinné oleje. Obvykle se zde získává cukr, olej a extrakty, které mohou být využité k výrobě plastů. Ze zemědělských plodin jsou pro biomasu využívány stonky a listy, které nejsou sklizené se odstranění z polí v komerčním využití.

¹cyklické tetrapyrrolové sloučeniny [73]

Vodní plodiny - existuje zde celá řada vodních zdrojů pro biomasu jako jsou řasy nebo mořská mikroflóra.

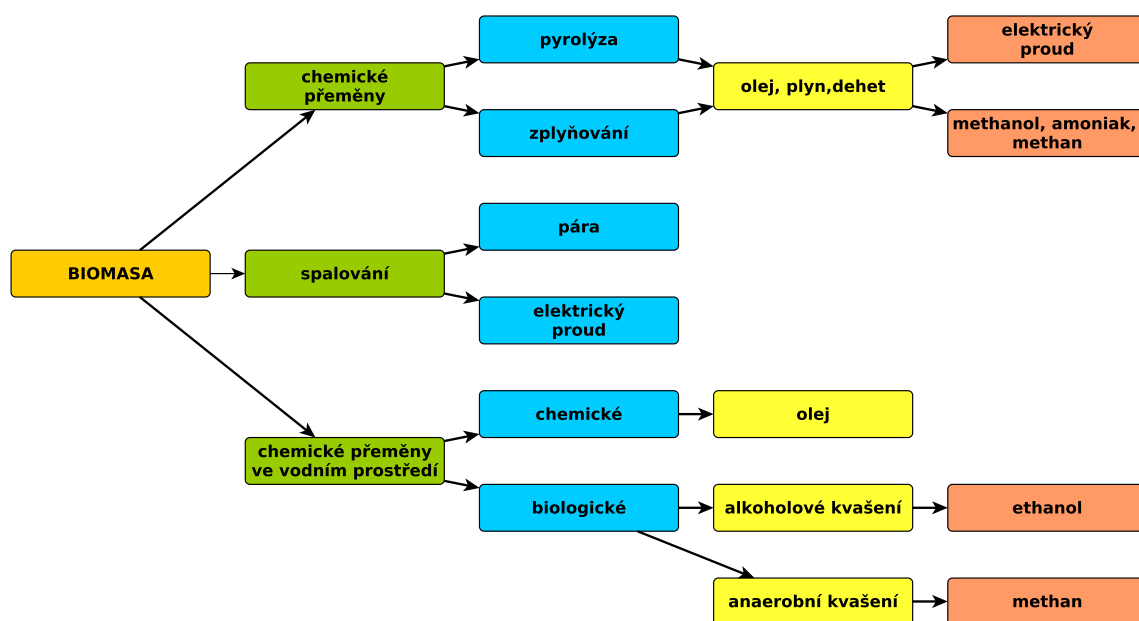
Zbytky zpracování biomasy - zpracování biomasy přináší vedlejší produkty a odpady, které mají významný energetický potenciál. Patří zde produkty ze zpracování dřeva nebo buničiny, kdy vznikají nevyužitelné piliny, kůry, větve nebo listí.

Komunální odpad - komunální odpad obsahuje velký podíl organického materiálu, který je rostlinného původu a tvoří zdroj obnovitelné energie. Patří zde odpadní papír, lepenka nebo dřený odpad.

Živočišný odpad - farmy a jatka při zpracování živočišných produkt vytvářejí odpady, které představují komplexní zdroj organického materiálu, jenž mohou být využité k výrobě mnoha výrobků, včetně energie.

4.1 Přeměny biomasy

Nejčastějším způsobem jak získat energii z biomasy je spalování [54](Obr. 1 [47]).



Obrázek 1: Schéma přeměny biomasy

Přímé spalování – jedná se o nejstarší a nejčastější způsob přeměny biomasy na elektřinu. Problémem přímého spalování je, že velká část energie je zbytečná, což může způsobit znečištění, pokud není pečlivě kontrolována. Toto spalování lze pro-

vádět v zařízeních za použití biomasy nebo zařízení pro spalování s dalším palivem, například uhlí.

Spoluspalování – přístup, který může zvýšit využití energie z biomasy je míchání s uhlím a následným vypálením v elektrárně. Toto spoluspalování může zajistit snížení provozních nákladů, snížení škodlivých emisí, větší energetické bezpečnosti a nižší emise uhlíku.

Zplyňování biomasy – zahříváním biomasy v přítomnosti kyslíku a pomocí tlaku, může být převedená na směs vodíku a oxidu uhelnatého. Zplyňování biomasy je čistší a efektivnější než přímé spalování biomasy.

Anaerobní digesce – mikroorganismy zde rozkládají biomasu k výrobě metanu a CO_2 , která probíhá pečlivě kontrolovaným způsobem v anaerobních vyhnívacích nádržích. Tento proces se stal méně kontrolovaným způsobem na skládkách, jelikož se biomasa v odpadech rozkládá, jen část metanu je zachycená a využívána pro výrobu tepla a elektřiny.

Výroba a rovněž i využití biomasy přináší enviromentální a sociální výhody. Mezi výhody využívající biomasu patří zejména [11]:

- biomasa jako palivo vyrábí jen zlomek emisí než fosilní paliva,
- zdroje biomasy mohou nabídnout místní obchodní příležitosti a podporovat hospodářství na venkově,
- zřízení lokálních sítí výroby a využití umožňuje finanční a ekologické náklady na dopravu, které mohou být minimalizované,
- využití biomasy jako paliva poskytuje ekonomickou pobídku pro správu lesa, čímž zlepšuje biologickou rozmanitost,
- mnoho paliv z biomasy generují nižší hladinu látek znečišťujících ovzduší, jako je například SO_2 .

5 Rozdělení biopaliv

Podle směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES je biopalivo definované jako *kapalné nebo plynné palivo používané pro dopravu vyráběné z biomasy*. [50]

- Rozdělení biopaliv podle skupenství [6]:
 - a) **pevná biopaliva** – patří zde odpadní produkty ze zemědělství a lesnictví,
 - b) **kapalná biopaliva** – patří zde alkoholová biopaliva, biooleje nebo plynná biopaliva, která byla zkapalněná.
- Rozdělení biopaliv podle generace [55] (Tab. 2 [82]):
 - a) **biopaliva I. generace** - jsou taková biopaliva, která jsou založená na základě cukru, škrobu a nebo lipidu extrahovaných z rostlin,
 - b) **biopaliva II. generace** - jsou taková biopaliva, která jsou založená na celulóze, hemicelulóze ², ligninu ³ nebo pektinu ⁴, jenž jsou získané z odpadu, cíleně pěstovaných nepotravinářských surovin nebo lesnictví,
 - c) **biopaliva III. generace** - jsou taková biopaliva, která jsou založená na vodních autotrofních organismech.

plodina	druh paliva	půdní plocha (tis. ha)	spotřeba (t/m ³)
cukrová řepa	bioethanol	80	9,32
kukuřice	bioethanol	30	2,13
pšenice	bioethanol	30	2,57
řepka olejná	FAME	240	2,3
TTP	bioplyn	20	0,01
BRO	bioplyn	-	-
kuchyňské tuky a oleje	FAME	-	-

Tabulka 2: Vybrané suroviny pro výrobu biopaliv a jejich spotřeba

- Rozdělení biopaliv podle zpracování [53]:
 - a) **primární biopaliva** – jedná se o biopaliva, která jsou využívána ve své surové podobě,

²derivát celulózy [2]

³amorfní polymer tvořící rostlinná vlákna a buněčné stěny dřevin [45]

⁴vysokomolekulární sloučenina obsahující řetězce galakturonové kyseliny [72]

b) **sekundární biopaliva** – jedná se o biopaliva, která jsou zpracovaná fyzikálními nebo chemickými procesy.

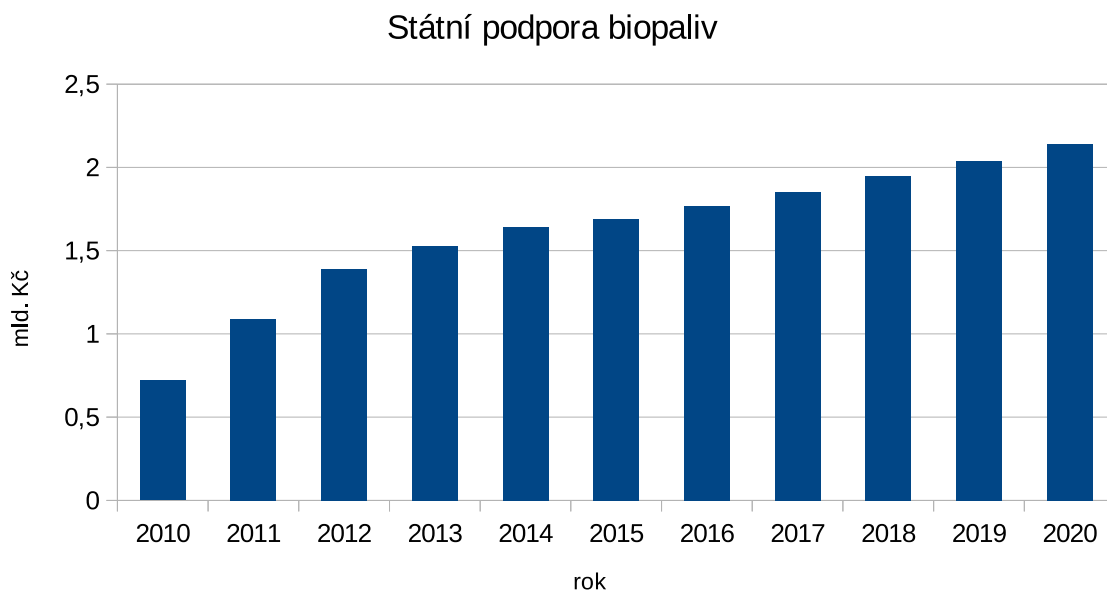
- Rozdělení biopaliv podle produkce [48]:

a) **produkce biopaliv v malém měřítku** – patří zde jednotlivé farmy a vesnické komunity, kde je řada výhod, zejména pak v řídce osídleném území, kde se řeší energetické potřeby v menších komunitách,

b) **produkce biopaliv ve velkém měřítku** – jedná se zde o cílené kapitálové investice, které jsou většinou motivované zájemci z oblasti mimo biopaliv.

5.1 I. generace biopaliv

Tyto biopaliva jsou vyráběná fermentací obilí, cukrové třtiny nebo cukrové řepy nebo lisováním olejnatých rostlin (např. řepkový, palmový, slunečnicový olej atd.). Mnoho biopaliv z I. generace jsou závislé na dotacích. Pokud by došlo ke zrušení dotací, ceny biopaliv by se na trhu zvýšily a poklesla by konkurenceschopnost. Podle grafu státní podpora biopaliv (uvedené v mld. Kč) v ČR se bude v následujících letech zvyšovat. (Obr. 2 [42]).

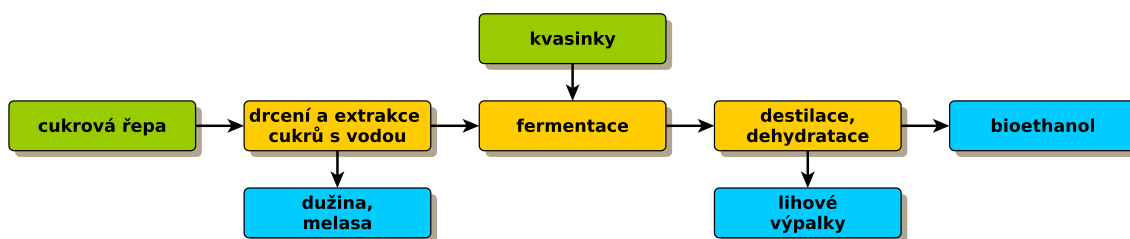


Obrázek 2: Státní podpora biopaliv

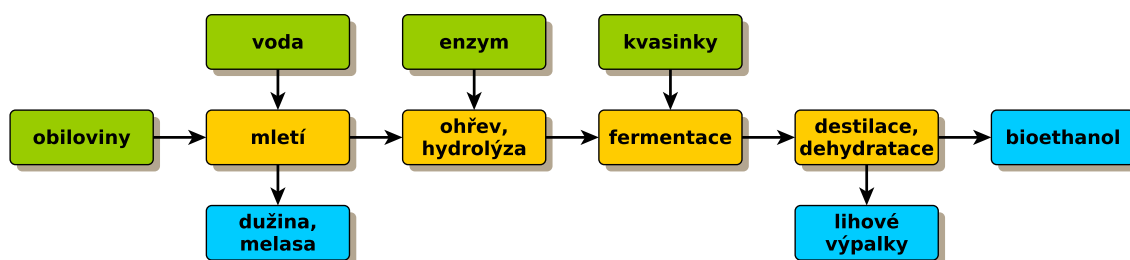
5.1.1 Bioethanol

První zmínky o ethanolu pocházejí z roku 1894 z Německa a Francie, kdy se začal využívat ve spalovacích motorech. Ethanol je především určený pro zážehové motory s vysokým zastoupením ethanolu. Oproti benzínu má ethanol vyšší oktanové číslo, vyšší rychlost hoření nebo větší množství kyslíku při výrazně nižší výhřevnosti. Pro výrobu ethanolu se využívají zemědělské plodiny (např. kukuřice, cukrová řepa nebo obiloviny) tak i vedlejší produkty (např. sláma nebo řepné řízky). Největší podíl ethanolu mají USA vyrábějící z kukuřice a Brazílie vyrábějící z cukrové třtiny, ale v Evropě se vyrábí ze pšenice nebo cukrové řepy.[74]

Bioethanol se vyrábí fermentací ethanolu (Obr. 3 a 4 [31]) nebo ze syntetického ethanolu. Fermentace ethanolu se vyrábí z kukuřice či jiných zdrojů. Tato metoda je nejčastějším typem výroby, kdy představuje až 90 % veškeré produkce ethanolu. Výroba ethanolu se podobá vaření piva, kde se škrob přemění na cukry, jenž jsou fermentovány v ethanolu a ten se pak destiluje do konečné podoby. Syntetický ethanol se vyrábí z ethylenu a vedlejších produktů ropy.[15]



Obrázek 3: Schéma výroby bioethanolu z cukru



Obrázek 4: Schéma výroby bioethanolu ze škrobu

Auto, které využívá etanol, má výhodu, že produkuje nezávadné plyny. Čistý etanol obsahuje pouze uhlík, kyslík a vodík, přičemž při spalování vzniká oxid uhličitý a vodní pára. Tyto sloučeniny jsou stejné, které vydechuje člověk. Ve většině

zemí se využívá etanol ve směsi s benzínem, to znamená, že se nejen ušetří benzín, ale současně se sníží emise z plynů.[36]

5.1.2 Bionafta

Bionafta neboli Ekodiesel (obchodní název SMN 30 [61]) je motorová nafta vytvářená methylesterem mastných kyselin obsahující 30 % složky MEŘO [60]. Bionafta patří mezi obnovitelná paliva, která se vyrábí pomocí rostlinných olejů (patří zde např. řepkový, slunečnicový nebo sojový). V dopravě se bionafta využívá jako směs s fosilní motorovou naftou, ale i v čisté podobě [7].

Bionafta má významný přínos pro životní prostředí, kdy může snižovat dopady globálního oteplování a zároveň snižovat emise skleníkových plynů. Má větší energetickou nezávislost nebo pozitivní dopad na zemědělství, kdy suroviny mohou být pěstované na půdě, které byly vyňaté ze zemědělské produkce.[7]

Využívání bionafty v Evropě je zásadním krokem, kterým Evropská unie má splnit svůj stanovený cíl pro snížení emisí v rámci Kjótského protokolu. V Evropě se využívá asi 3 miliony hektaru orné půdy. V některých případech rostlinné oleje lze recyklovat pro bionaftu, čímž se sníží ztráty použitých olejů v životním prostředí.[7]

MEŘO je čistě nažloutlá kapalina (Obr. 5 [3]), která neobsahuje mechanické nečistoty a vodu, jenž je neomezeně mísitelná s motorovou naftou. Vstupní surovinou při výrobě MEŘO slouží řepkový olej (Obr. 6) a malé množství methanolu. Při procesu výroby dochází k lisování oleje, filtrování a chemické reakci oleje, methanolu a katalyzátoru na methylester a glycerin. Při spalování zde dochází ke snížení emisí nespálených uhlovodíků a částic. MEŘO neobsahuje žádnou síru, proto zde nedochází ke vzniku oxidu síry. Vysoký podíl kyslíku má pozitivní dopad na oxidaci, čímž dochází ke snížení smogu ve městech.[5]

FAME jsou estery mastných kyselin, kdy se fyzikální vlastnosti podobají více fosilní motorové naftě než čistým rostlinným olejům. FAME je netoxický a biologicky odbouratelný, ovšem pro správné fungování je potřeba jiných přísad látek než u fosilní nafty. FAME se vyrábí z rostlinných olejů, živočišných tuků nebo odpadu pomocí transesterifikace, kdy glycerid reaguje s alkoholem za přítomnosti katalyzátoru, čímž se vytváří směs esteru mastných kyselin a alkoholu.[56]

Výroba bionafty je relativně jednoduchý proces, který umožňuje výstavbu malých jednotek bez nadměrných nákladů, což ovšem omezuje dopravu na dlouhé vzdálenosti.[56]



Obrázek 5: MEŘO



Obrázek 6: Pěstování řepky olejné

5.1.3 Bioplyn

Rozdíl mezi bioplynem a zemním plynem je ve složení, kdy bioplyn je vytvořen z 50-80 % methanem a z 20-50 % CO_2 a zbytek je vodík, CO a dusík, naproti tomu zemní plyn obsahuje 70 % methanu a uhlovodíky[9].

Bioplyn je produktem rozkladu organických látek (např. kanalizace, vedlejší živočišné produkty nebo komunální odpad). Bioplyn ze skládek (tzv. skládkový plyn) vzniká procesem probíhajícím v zemi. Bioplyn ze živočišné produkce se využívá např. ze zvířecího hnoje [9](Obr. 7 [88])(bioplyn v zemědělské oblasti je možno vyrobit na místě a zároveň ho využít jako palivo pro zemědělské stroje [88]), který je shromažďovaný v anaerobní vyhnívací nádrži, jenž slouží pro stabilizaci a optimalizaci produkce methanu. Při výrobě bioplynu je potřeba rafinace, kdy se zvýší podíl methanu a sníží podíl CO_2 , CO, dusíku a jiných nečistot [9].



Obrázek 7: Schéma výroby bioplynu

Výhody bioplynu spočívají[9]:

- ve zvýšení energetické bezpečnosti, kdy kompenzuje neobnovitelné zdroje a vytváří pracovní místa,
- má nižší emise a dochází k zabránění uniku methanu do atmosféry,
- má lepší ekonomiku tím, že snižuje náklady na splnění dohody o hospodářském partnerství,
- čistší bioplyn se produkuje přes anaerobní proces, čímž se snižuje skládkování odpadu a zápachu a přitom vytváří hnojivo bohaté na živiny.

Bioplyn lze využít nejen jako čisté palivo, ale i jako kogeneraci pro výrobu tepla a elektřiny, čímž se zvyšuje účinnost jeho využití [46].

5.1.4 Syntézní plyn

Jedná se o plyn, který je vyráběn z kombinovaného procesu zplyňování, spalování a pyrolýzy, kde biopalivo je převedeno na CO a poté pyrolýzou na energii.

Během procesu je zde velmi málo kyslíku, který je dodáván pro udržení spalování. V posledním kroku dochází ke zplyňování organického materiálu, jenž je převádí na plyny a to CO a vodík.[25]

5.2 II. generace biopaliv

Při využití těchto biopaliv se snižuje množství odpadu, ale i pomáhá řešit otázky dopadu výroby biopaliv na produkci potravin. Výhodou biopaliv II. generace je účinnost a šetrnost k životnímu prostředí oproti I. generace biopaliv. Tato biopaliva jsou populární v USA, Brazílii a také i v Evropské unii, jelikož státům pomáhají splnit emisní cíle a stát je energetický samostatný.[32]

5.2.1 Trávy

Mezi trávy využívající se jako energetické palivo se využívá např. proso, *Myscanthus*⁵ nebo *Indiangrass*⁶. Výběr trávy závisí na místě, jelikož některé trávy jsou vhodné pro určitý typ podnebí. Výhody travin jsou zejména malá spotřeba hnojiv, jsou to rychle rostoucí rostliny, které mohou být sklizené několikrát za rok, mají vysoký čistý energetický přínos, rostou na marginální půdě nebo jsou to trvalky, čímž se energie nemusí využívat jen jednou. Naopak nevýhody jsou, že trávy nejsou vhodné pro výrobu bionafty, vyžadují rozsáhlé zpracování, vyžadují vlhké půdy, takže v suchých oblastech je to problémem.[26]

5.2.2 Odpadní rostlinné oleje

V minulosti v prvních vznětových motorech byl palivem rostlinný olej. Odpadní rostlinné oleje jsou považovány za biopaliva II. generace, jelikož s potravinami již bylo naloženo. Recyklace pohonných hmot vede ke zlepšení celkového dopadu na životní prostředí. Výhodami biopaliv jsou:

- neohrožení potravinového řetězce,
- jsou snadno dostupné a také je snadno převést na bionaftu,
- mohou být spálené přímo v některých vznětových motorech,
- mají nízký obsah síry,
- nezpůsobují změny ve využívání půdy.

⁵vysoká vytrvalá tráva, jejímž domovem je Afrika a jižní Asie [58]

⁶vytrvalá tráva pocházející z USA [80]

Nevýhodou biopaliv je snížení životnosti motoru, pokud nejsou správně rafinované.[26]

5.2.3 Komunální odpad

Pro výrobu biopaliv z komunálního odpadu se využívá především jako vstupní surovina komunální odpad (Obr. 8[71]), ale k výrobě biopaliv lze využít i organický materiál, který pochází ze zemědělství, odpad z čistíren odpadních vod nebo živočišné odpady. Toto palivo je svými vlastnostmi podobné fosilním palivům, ale nejsou zde obsažené nečistoty.[71]



Obrázek 8: Komunální odpad pro biopaliva

5.2.4 Biomethanol

Další alkohol, který se využívá na výrobu pohonných hmot, je biometanol neboli M85 [46] (směs 85 % methanolu a 15 % benzínu). Výhodou biomethanolu je jednoduchá distribuce, nízké náklady oproti jiným palivům a široká dostupnost po celém světě. V dopravě se methanol využívá přímo jako palivo, ve směsi s benzínem nebo jako součást procesu výroby bionafty [34].

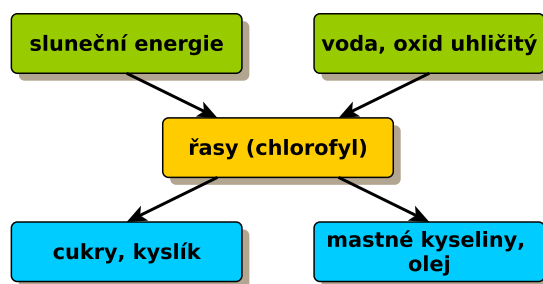
Při spalování benzínu dochází k produkci škodlivých a toxických vedlejších produktů, které lze zmenšit až odstranit pomocí methanolu. Emise nespálených uhlíků, oxidu uhelnatého a NO_x jsou zde menší, tyto emise jsou méně reaktivní a vytvářejí méně přízemního ozonu a smogu.[34]

Methanol je vysoko oktanové palivo, což umožňuje velmi efektivní a vysoký výkon motoru. Tyto motory můžou poskytovat energii na efektivitu více než u stan-

dardních benzínových motorů. Vlastnosti biomethanolu jsou využité především u profesionálních a amatérských závodních organizací. Methanol jako palivo je korozivní pro některé materiály běžně využívané v motorech, proto je potřeba provést malé změny na motorech.[34]

5.3 III. generace biopaliv

Biopaliva III. generace představují revoluci ve využívání biopaliv [46]. Řasy produkují olej (Obr. 9 [37]), který je snadno rafinovaný do motorové nafty, ale nejdůležitější vlastností může být genetické upravení, tak aby řasy vyráběly vše z ethanolu a butanolu přímo do benzínu a motorové nafty. Řasy mohou být pěstované téměř kdekoli, kde teploty jsou dostatečně teplé a rovněž mohou být pěstované v odpadní vodě, čímž mohou nabídnout sekundární výhodu, kdy pomáhají natrávení při čištění odpadních vod [27].



Obrázek 9: Schéma výroby biopaliv z řas

Nevýhodou řas pěstovaných v odpadní vodě je [27]:

- potřeba velkého množství vody, dusíku a fosforu pro růst,
- biopaliva mají tendenci být méně stabilní než bionafta vyrobená z jiných zdrojů (olej z řas je vysoce nenasycený a těkavý při vysokých teplotách, čímž je náchylnější k degradaci).

Američtí vědci dokázali geneticky upravit bakterie tak, aby byly schopné produkovat uhlovodíkové řetězce. U bakterie *Escherichia coli* vědci upravili DNA, čímž vytvořili různé druhy uhlovodíkových molekul, které vytvářejí součást ropy. Díky tomuto jsou bakterie schopné pomocí fermentace vyrábět bioropu.[46]

- Pěstování řas [37]:

- a) **otevřené rybníky** – jedná se o nejjednodušší systém, ve kterých jsou řasy pěstované. Výhodami rybníku jsou jednoduchost a nízké investiční náklady, ale nevýhodami jsou chudota a využití světla, ztráty vypařování, difúze CO_2 do atmosféry a hlavně jiné organismy mohou kontaminovat rybník, čímž dojde k poškození až zabití řas. Přestože otevřené rybníky jsou vhodné v hybridních postupech pro výrobu mikrořas spolu pro čištění odpadních vod. Patří zde přírodní jezera, laguny a rybníky.
- b) **uzavřené rybníky** – tyto systémy jsou efektivní pro výrobu řas, kde kontrola nad produkčním prostředím je mnohem lepší, než v otevřených rybnících. Oproti otevřeným rybníkům mají vyšší náklady a mají vyšší produkci mikrořas.
- c) **Fotobioreaktor** – jedná se o nejúčinnější a nejproduktivnější systém. Řasy jsou zde chráněné před kontaminací, patogeny a jinými organismy. V bioreaktorech (Obr. 10 [33]) je možnost regulace teploty, lepší kontrola CO_2 , ochrana před nárazy, které souvisejí se změnou klimatu nebo menší rozloha oproti otevřeným rybníkům. Hlavní nevýhodou je řízení kyslíku, což vyžaduje odplynovací stanici kyslíku.



Obrázek 10: Fotobioreaktor

6 Očekávané přínosy biopaliv z hlediska životního prostředí

Mezi výhody biopaliv patří zejména [13]:

1. Biopaliva produkují méně emisí ze spalování. Přičemž biopaliva jsou adaptabilní na současné technologie motorů, takže motor vyžaduje méně údržby, čímž dochází ke snížení celkových nákladů na kontrolní znečištění.
2. Benzín vzniká rafinací ropy, která je neobnovitelným zdrojem na Zemi, takže produkce ropy jednou skončí, ale biopaliva jsou vyráběna z hnoje, odpadu z plodin i rostlin pěstovaných zejména pro palivo, takže není pravděpodobné, že v dohledné době dojdou. Tyto plodiny lze znovu zasadit a pěstovat je.
3. Fosilní paliva při hoření produkují velké množství emisí skleníkových plynů, čímž způsobují globální oteplování Země, ale při použití biopaliv dochází ke snížení emisí skleníkových plynů až o 65 % [13].
4. Se zvyšující se poptávkou po biopalivech, které mají potenciál se stát v budoucnu levnějšími, představují menší zátěž na peněženku.
5. Ne každá země má velké zásoby ropy, proto jsou odkázaní na dovoz ropy, která může být nákladná. Pokud dojde k posunu směrem biopalivům, pak závislost na dovozu ropy se sníží.

Pěstování plodin pro potřebu paliv může mít i negativní důsledky a to zejména[38]:

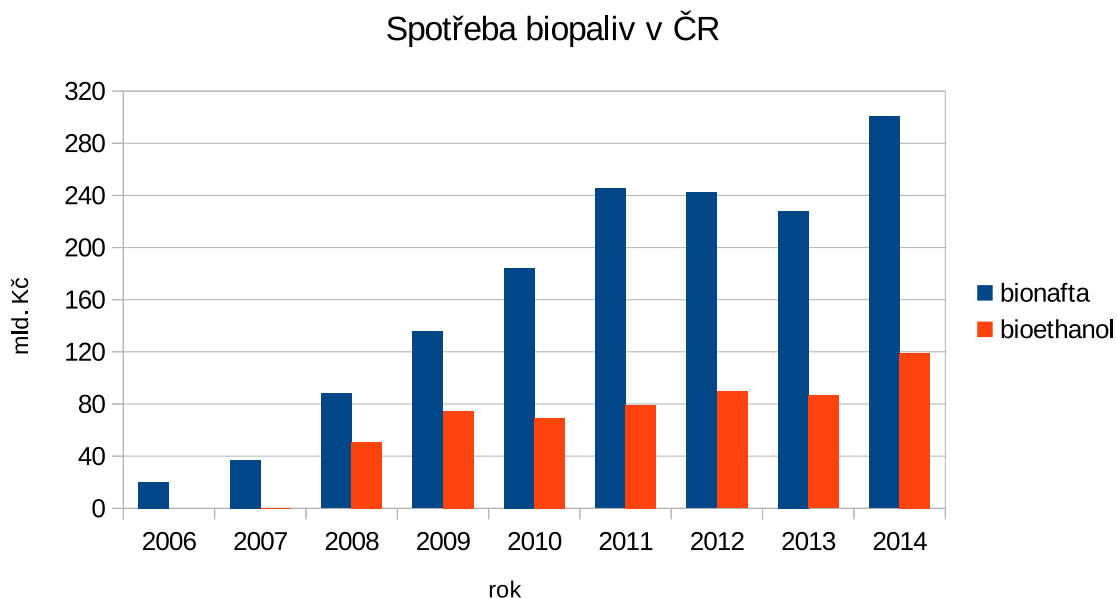
1. Pěstování biomasy a pro pozdější výrobu paliv je energeticky náročná.
2. Obyvatelstvo na planetě prudce vzrůstá, čímž se zvyšuje spotřeba potravin u některých skupin lidí a pak i následnému plýtvání. Využívaná plocha pro pěstování energetických paliv se zvyšuje.
3. Snaha o dosažení větších výnosů plodin na zemědělské půdě, proto se využívají stále více syntetická hnojiva. Tato hnojiva snižují druhovou rozmanitost v krajině, způsobují degradaci půdy, snižují retenci vody nebo má vliv na zdravotní problémy člověka.
4. Vážným problémem je vysychání rozsáhlých částí kontinentů. Právě voda je důležitou složkou pro vznik biomasy, proto pokud dochází k nadměrnému pěstování biomasy, problém s vodou se prohlubuje.
5. Monokultura odkazuje na výrobu stále stejné plodiny, pěstováním stejné plodiny každý rok může dojít ke snížení živin, které jsou dány zpět do půdy pomocí střídání plodin.[14]

7 Vliv biopaliv na výkon motoru a emise

V této kapitole se zaměřím především na bioethanol a bionaftu, jak mohou ovlivnit výkon motoru oproti běžně používanému benzínu, ať už z pozitivní stránky, tak i z negativní stránky.

Pokud chcete natankovat do vašeho vozu jiné palivo, než máte napsané v technickém průkazu, ocitáte se v šedé zóně. Oproti jiným zemím se čeští zákonodárci ani odpovědní ministři bohužel nerozhodli přijmout transparentní právní úpravu.[23]

Jelikož poptávka po biopalivech jako alternativních paliv se zvyšuje a pak především bionafta (Obr. 11 [42]), mohou biopaliva ovlivnit životnost motorového vozidla.



Obrázek 11: Spotřeba biopaliv v ČR

Bioethanol:

Bioethanol neboli E85. Existují dva typy směsi s bioethanolem a to letní a zimní. Letní směs obsahuje 85 % bioethanolu a jen 15 % benzínu, naproti tomu zimní směs pak obsahuje 65 až 70 % bioethanolu a 30 až 35 % benzínu, tento rozdílný poměr je způsoben, aby se v zimní směsi omezily starty, které nebyly zahřáté na provozní teplotu [23].

V bioethanolu není obsažen uhlík, který by snižoval kompresi a životnost benzínového motoru, kde se zanášejí usazeniny na ventily a tím pádem se postupně výkon motoru snižuje. Uhlík se u benzínu projevuje při výměně oleje, jenž je černý, ale bioethanol si zachovává svou barvu a viskozitu, což může ve výsledku prodloužit výkon motoru a rovněž i životnost katalyzátoru.[16]

Bioethanol není korozivní látkou, ale naopak jímá vodu, která poškozuje v některých částech jejich funkčnost. Bioethanol hoří chladněji než benzín, takže díky tomuto bioethanol zajišťuje delší životnost motoru (patří zde např. písty, ventily atd. jenž jsou vystavované nižším teplotám, proto se zde vytváří méně usazenin) a současně má schopnost čištění (např. trysky, pumpa jsou díky tomu udržované v čistotě). Výhodou bioethanolu je možnost parkovat v podzemních garážích, jenž mohou být u některých pohonných hmot zakázané (např. LPG). [16]

Přísadou do pohonných hmot ethanolom se zvyšuje oktanové číslo a zároveň dochází ke snížení emisí znečišťujících látek, jenž jsou škodlivé pro životní prostředí. Současně ethanol zvyšuje tlak par, tím pádem se zvyšuje vzplanutí a také účinnost palivové směsi. Ethanol zaručuje lepší spalování paliva ve válcích v důsledku vyššího obsahu organicky vázaného kyslíku. V emisích se vyskytuje téměř zanedbatelné množství oxidu síry.[40]

Nevýhody ethanolu spočívají zejména ve zvýšené spotřebě paliva a také způsobuje problémy v teplých měsících, kdy dochází k vyššímu odpařování, čímž vznikají bublinky v palivovém systému a přitahuje vodu. Při poutání vody dochází ke zvýšení koroze na kovových částech v motoru. Vyšší obsah ethanolu způsobuje separaci vrstev pohonných hmot, proto se zde přidávají látky jako jsou rozvětvené vyšší alkoholy a nebo organické metylestery.[40]

Bioethanol se natankovává do téže nádrže, do které by se tankoval benzín, proto zde není zapotřebí speciální nádrže pro bioethanol. Při využívání čistého bioethanolu by si měla osoba upravit motor především u odborníků, kteří velice dobře znají problematiku řízení motorů, umí kvalitně namontovat zařízení pro bioethanol a současně mají potřebné vybavení pro seřízení a konečnou kontrolu po jeho montáži. Pořizovací cena pro úpravu se pohybuje od 5000 až do 12000 Kč, přičemž někdy mohou být nabídky s montáží a jindy naopak bez montáže a DHP. Tyto montáže jsou velice rychlé, pohybují se od 2 až do 6 hodin. Po montáži nejsou dána žádná zvláštní opatření, ovšem doporučuje se pravidelně kontrolovat množství oleje, případně jej pravidelně vyměňovat (kromě oleje je zapotřebí ještě vyměňovat palivový filtr po ujetí dráhy 500 až 600 km). Je důležité také dbát na pravidelnou údržbu motoru a jeho komponentu.[39]

Bionafta:

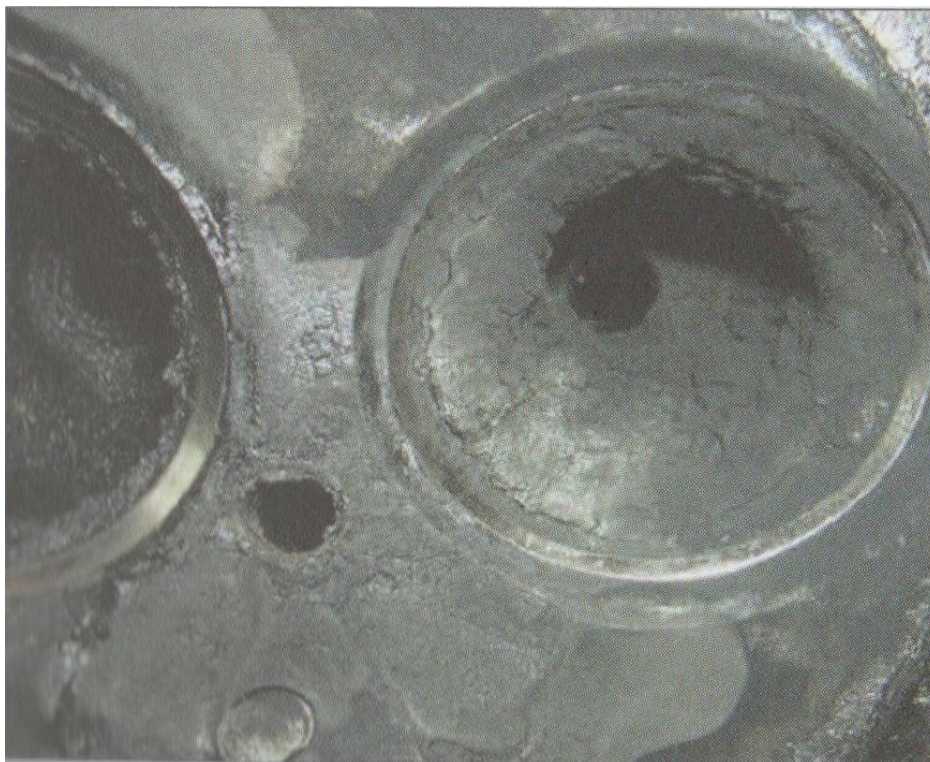
Ty pohonné hmoty, které mají vyšší podíl než je 10 % MEŘO [77], mají za následek kontaminaci paliva bakteriemi, nebo může dojít k problémům při startování za nízkých teplot. Dochází zde k tvorbě úsad na stěnách spalovacího prostoru a rovněž i v drážkách nebo dochází k zanášení a nárůstu uhlíku na vrcholu vstřikovací trysky (Obr. 12[75]). Ředění motorového oleje má za následek zhoršení jakostních parametrů oleje, čímž se zkracuje doba výměny, a tím pádem je potřeba používání cenově nákladných olejů [77]. Dále bionafta má vyšší viskozitu než je u motorové nafty, čímž ve válci nedochází k úplnému rozprášení paliva. Tyto problémy souvisejí s množstvím přísadků bionafty do motorové nafty i s provozováním motoru [3].



Obrázek 12: Poškozené vstřikovací trysky

Velkou nevýhodou bionafty je, že je oxidačně málo stabilní, takže při delším skladování dochází ke vzniku nerozpustných látek, kalu a usazenin (Obr. 13[75]). Jestliže jsou v palivu ještě nečistoty z výroby, je oxidační stabilita ještě o to více snížena, proto bionafta musí být důkladně čistá a aditovaná přísadami proti oxidaci než putuje distributorům. Bionafta se do ropné nafty mísí při plnění distribučních cisteren, jenž jsou následně odvážené k zákazníkovi, u kterého je v nádržích povoleno skladování nafty po dobu 4 měsíců. Při delším skladování již nemusí mít

takovou čistotu a může tak dojít k problémům v motoru, kdy se zanášejí filtry nebo vstřikovače.[3]



Obrázek 13: Usazeniny ve výfukovém potrubí po 600 h

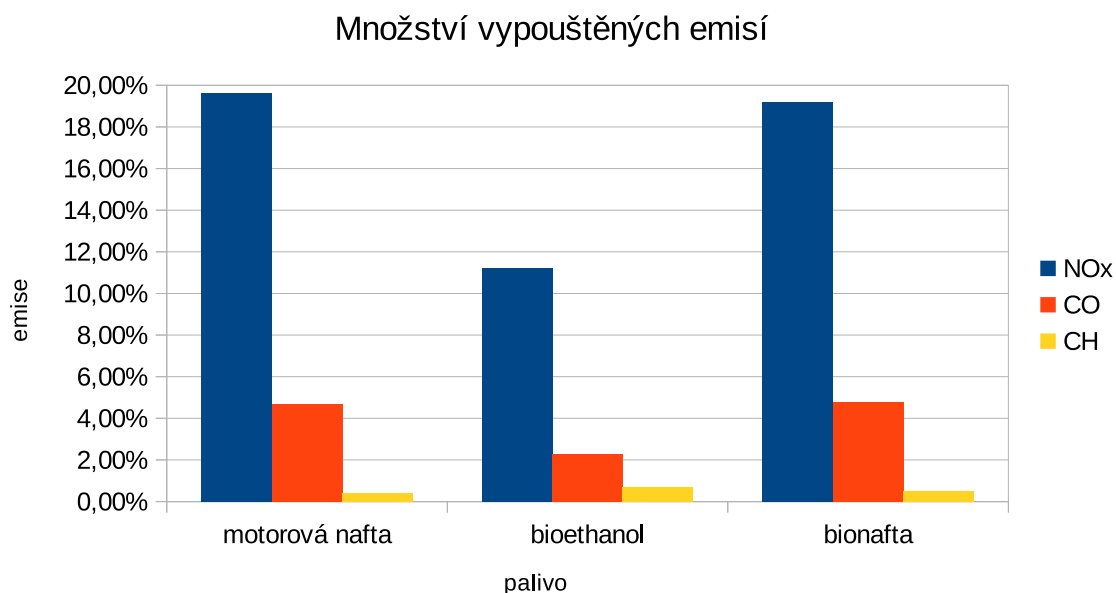
Problém bionafty nastává i při sezonním provozu, kdy především v zimních měsících dochází k odstavování vozidel, což má za následek, že dojde zoxidování, proto je zapotřebí před odstavením vozidla použít motorovou naftu. Motor se následně pročistí natankovanou čistou ropnou naftou. Vyskytuje se zde velký problém, jelikož čistá ropná nafta se problematicky shání, ale je zde možnost využít arktickou naftu, do které se nepřidává bionafta.[3]

Bionafta má vyšší bod varu (cca 330 °C), což způsobuje horší odpařování paliva, jenž je vstřikované do válce. Ve válci se neodpařené kapky nafty dostanou na stěny válce, odkud se mohou dostat do klikové skříně, kde se mísí motorový olej, tímto dojde ke snížení viskozity. Následkem toho dochází ke snížení kinematické a dynamické viskozity motorového oleje, kdy může až dojít ke zvýšení tření a opotřebení motoru.[87]

Velké množství paliva je buď spáleno neúplně nebo vůbec, tím pádem narůstají emise organických látek, CO a PM a zároveň velké množství rostlinného oleje, který se nespálí proniká do mazacího oleje. Emise oxidu dusíku jsou za vysokých tlaků a teplot nižší. Spalování je problematictější s klesající zátěží motoru, klesající

teplotou paliva a motoru a také dobou, kdy motor musí v nízkém zatížení setrvat. Naopak při vyšším zatížení se směs paliva a vzduchu omezí vířením válce, takže se doba mezi vstřikem a vznícením paliva s naftou a olejem neliší. V důsledku vysokého obsahu kyslíku, má za příčinu dřívější vstřik a tím i vznícení. Při čekání v dopravní zácpě dojde po navýšení výkonu k rozkladu rostlinného oleje, který se nashromáždil ve výfukovém systému, což je charakteristické zapáchajícím bílým kouřem.[78]

Z následujícího grafu (Obr. 14 [43]) je patrné, že motorová nafta vypouští nejvíce emisí NO_x, naproti tomu bioethanol vypouští nejméně emisí. Vypouštění emisí z bionafty se velice podobá motorové naftě. Z tohoto grafu vyplývá, že bioethanol jako palivo je nejvhodnějším pro životní prostředí.



Obrázek 14: Množství vypouštěných vybraných emisí

8 Vliv biopaliv na klimatické změny

Světová poptávka po energii stále roste a v důsledku tohoto rostou i škody na životním prostředí [59]. Následně se zaměřím a jednotlivé složky životního prostředí, jak na něj biopaliva působí.

8.1 Vliv na ovzduší

Prvními, kteří navrhli využití biomasy rostlin ke snížení dlouhodobého nárůstu koncentrace CO_2 , byli Dyson a Marland [48]. Využívání biopaliv je jedním z kroků alternativy pro snížení emisí skleníkových plynů a zmírnění účinků globálního oteplování. Pěstování plodin pro biopaliva nahrazují emise skleníkových plynů, jelikož odstraňují CO_2 ze vzduchu. V závislosti na postupu, který byl využitý při výrobě biopaliv, mohou některé plodiny vytvářet dokonce více skleníkových plynů než je u fosilních paliv.[70]

Spálením rostlinné biomasy se do ovzduší uvolní tolik CO_2 , kolik by ho pohltilo při růstu rostlin, ovšem to neznamená, že přechodem na biopaliva by se snížila veškerá produkce CO_2 , to protože [48]:

- a) produkce plodin vyžaduje energii, která je dodávána ve formě minerálních hnojiv nebo mechanizace. Aplikací hnojiv se do atmosféry uvolňuje N_2O , který je mnohem účinnější než CO_2 .
- b) Pěstování energetických plodin v nových oblastech má za příčinu likvidaci porostu, a také pokles uhlíku v půdě znamená další produkci CO_2 .
- c) Změna rostlinného pokryvu území je spojená se změnou množství odraženého a pohlceného slunečního záření, a tím taky se změnou teploty na povrchu.

Právě snížení emisí CO_2 je jeden z důvodů pro nahrazení fosilních paliv. Zavedení kultivace biopaliv může způsobit, že po řadu let budou emise CO_2 spojené s větším přechodem než je snížení emisí z ušetřených fosilních paliv, což je definovaný jako tzv. uhlíkový dluh (množství emitovaného CO_2 po dobu 50 let od začátku kultivace nebo využívání daných plodin k produkci biopaliv)[48].

8.2 Vliv na zemědělskou půdu

Velký dopad na zemědělskou půdu mají změny ve využívání půdy v důsledku rozšiřování biopaliv (např. převedení lesní půdy, která bude sloužit pro pěstování

zemědělských plodin). Růstem poptávky po biopalivech dochází k rychlému přeměnění půdy, jež nebyla zemědělsky využívána. Pěstování plodin na okrajových nebo dokonce i na znehodnocených půdách, kde je nedostatek vody, vede k omezení růstu plodin a ke snížení schopnosti přijímat živiny. Plodiny na výrobu biopaliv mohou snést prostředí, ve kterých plodiny pro potravinářství mohou selhat, což dává možnost pro využívání zemědělské půdy (např. maniok nebo sladké čiroku mohou růst v suchých podmínkách).[29]

Jestliže bude zachováno zpracování zemědělské půdy, bude docházet ke střídání plodin nebo dojde ke zlepšení technik za lepších podmínek, může dojít ke snížení negativních dopadů, a dokonce by mohlo dojít i ke zlepšení kvality životního prostředí v důsledku zvýšení biopaliv.[29]

Biopaliva v rámci EU se snaží splnit stanovené cíle na úkor orné půdy využívající se pro pěstování zemědělských plodin [12]. Hlavním problémem biopaliv je jejich dotování, což má za následek hromadné využívání zemědělské plochy pro energetické plodiny. Důsledkem toho jsou zmenšené plochy, které byly určeny pro pěstování obilovin, zabírají se nové plochy, vyčerpávají se půdy, zvyšuje se produkce hnojiv, čímž se zvyšuje množství dusíku a hlavně se zdražují potraviny [69].

8.3 Vliv na vodu

Biopaliva, i když mohou představovat pozitivum pro svět, mají nevýhodu v potřebě vody, čímž vodu mohou omezit až znečistit. *Zvýšená závislost na biopalivech změnila problém rosy na problém vody* [41]. Ovšem není zcela známo, jaké důsledky mohou představovat, ale podle vědců mohou být následky zmírněné zvýšením výtěžnosti zemědělské půdy. Například při výrobě 1 l ethanolu je potřeba průměrně 98 l vody, takže je předpokladem, že při zavlažování pro produkci biopaliv množství vody celosvětově stoupne až na 4 % do roku 2030.[41]

Dopad na spotřebu vody nebude na celém světě stejný, ale bude se lišit podle místa. Největší problém bude představovat v oblastech, kde jsou nízké průměrné srážky, kdy by výroba biopaliv byla zátěží pro místní vodní zdroje. Pokud by došlo ke zvýšení spotřeby vody pro výrobu biopaliv, tak by mohla klesnout spotřeba vody v jiné zemědělské oblasti. Pro nižší spotřebu vody by bylo potřeba geneticky modifikovaných plodin, které by byly odolné na sucha, takže by došlo ke zvýšení výtěžnosti plodin.[41]

Při zvýšení produkce biopaliv by vedlo k většímu znečištění vody v důsledku eroze půdy a zvýšení využíváním pesticidů.[8]

8.4 Vliv na biodiverzitu

Dnes produkce biopaliv prudce vzrostla a očekává se, že do roku 2050 budou biopaliva vytvářet 27 % pohonných hmot, kdy produkce bude především v rozvojových zemích světa, a také v oblastech, které jsou velice biologicky rozmanité.[28]

Vědělci pracovníci z Ústavu pro biologickou rozmanitost zjišťují, zda výroba a využití biopaliv má přímý a nepřímý dopad na biologickou rozmanitost a ekosystémových služeb. Tímto výsledkem je vytváření metodiky, jenž umožní rychlé a přívětivé hodnocení potenciálů biopaliv a také dopad na jejich rozšíření v různých oblastech po celém světě.[28]

Ekosystémy se dříve přizpůsobovaly změnám prostředí, ale dnes je rychlost větší než dříve, takže ekosystémy mají problém se těmto změnám přizpůsobit. Pokud budou klimatické změny rychlejší, tím více bude jejich dopad větší jak na ekosystémy, tak i na lidskou kulturu. Největším faktorem na změnu biodiverzity je změna podnebí, jestliže ale lidé budou pečovat o biodiverzitu, mohou se následky dopadu zmírnit.[57]

Příkladem může být bioethanol vyráběný z cukrové třtiny, který je jedním z nejekologičtějších paliv jak po stránce energetické bilance, tak po stránce úspory emisí CO_2 . Toto tvrzení přestane platit v okamžiku, jestliže se nové plantáže pro výrobu bioethanolu zakládají na úkor vymýcení tropického deštného pralesa. V tropickém deštném pralese je biomasa velice bohatá na uhlík a jejím spálením se vyprodukuje tolik CO_2 , že efekt produkce bioethanolu se vyvrátí. Biopaliva mohou být vyprodukována za cenu biodiverzity, hydrologického režimu a půdní eroze, taková náprava škod je velice obtížná.[52]

V České republice je omezený potenciál pro produkci biomasy především v nižších oblastech. V oblastech zemědělsky využívaných se nacházejí omezené plochy, které jsou ze strany péče o přírodu významné zbytkové biotopy. Na základě vymezení Ministerstva životního prostředí jsou vymezené oblasti, kde není vhodné pěstovat rostliny pro energetické účely.[57]

9 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit jakýsi ucelený přehled o biopalivech jako alternativní pohonné palivo a zvláště pak vystihnout jejich přednosti, ale i jejich stinné stránky. Ve své bakalářské práci jsem se zabývala postojem EU, ale i ČR k využívání biopaliv a s tím i spojenou platnou legislativou, jen stručně z pohledu energie jsem zmínila biomasu, charakterizovala jsem biopaliva a zejména biopaliva podle generací, zaměřila jsem se na jejich přínosy, ale i na jejich nevýhody pro životní prostředí, zejména, jak bioethanol a bionafta působí na výkon motoru, kdy může ovlivnit jejich životnost a na závěr jsem se zaměřila na působení životního prostředí z hlediska jejich složek jako je ovzduší, zemědělská půda, voda a biodiverzita.

Dle mého názoru ze všech biopaliv by bylo výhodné využívat především bioethanol. Bioethanol je jednak obnovitelný zdroj energie, takže nehrozí, že by v nějaké daleké budoucnosti jeho možnost byla omezená, jenže by došly plodiny pro jejich pěstování. Jejich tankování není nijak omezené, takže stačí i benzinová nádrž a navíc přechod na bioethanol není nějak finančně náročný a je velice rychlý. Další výhodou jeho využívání je, že nevypouští škodlivé znečišťující látky, ale pouze vodní páry a CO_2 , takže ve výsledku automobil na bioethanol vypouští ty samé plyny co člověk. Dalšími přednostmi bioethanolu jsou, že nedochází k usazení uhlíku a není korozivní látka, takže může prodloužit životnost automobilového motoru. Ovšem bioethanol má své nevýhody, jako jsou problémy v letních měsících, kdy dochází ke zvýšení odpařování, čímž zachytává vodu, která může způsobit korozi.

S využíváním bioethanolu souhlasím, ale pouze za předpokladu, že se plodiny budou pěstovat na těch půdách, které nejsou zemědělsky využívány pro obyvatelstvo. V důsledku pěstování např. cukrové třtiny dochází ke kácení tropického deštného pralesa, jenž je pro celou planetu Zemi velice důležitý. Za takovou cenu, že by se zničily tropické deštné pralesy a nebo i jiná biodiverzita, se stavím proti využívání bioethanolu.

Biopaliva mají velkou budoucnost, sice jsou teď ve stínu ropy, ale ta je neobnovitelným přírodním zdrojem energie. Světové zásoby ropy se pomalu vyčerpávají a až skutečně dojdou, budou se sice hledat nové zásoby, ale ty budou rovněž omezené a taky dojdou. Až bude ropa vyčerpaná pak biopaliva vstoupí na svou scénu. Biopaliva mohou vznikat snad z čehokoliv, od zemědělských plodin až po komunální odpad, kterého se člověk zbavuje nebo dokonce i z mikroorganismů, takže pohonné hmoty budou zajištěny na velmi dlouhou dobu.

Literatura

- [1] Climate Action. *EU greenhouse gas emissions and targets. The EU is on track to meet its EU 2020 target*. 11. 12. 2014. URL: http://ec.europa.eu/clima/policies/g-gas/index_en.htm (cit. 17. 03. 2015). Brusel.
- [2] Jiří Sochor Andrea Bezděková Mojmir Baroň. *Polysacharidy. Stavební*. 16. 8. 2013. URL: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1662 (cit. 18. 04. 2015). Česká republika.
- [3] AutoPRESS. *Biopaliva*. 19.10.2010. URL: <http://www.autopress.cz/?page=201.biopaliva> (cit. 16. 02. 2015). Praha.
- [4] Pacific Biodiesel. *History of Biodiesel Fuel*. 2015. URL: <http://www.biodiesel.com/biodiesel/history/> (cit. 17. 03. 2015). USA.
- [5] BIOPALIVA. *MEŘO*. 2008. URL: <http://biopaliva.webgarden.cz/rubriky/mero> (cit. 16. 02. 2015).
- [6] Jan BLAŽEK. „ENVIRONMENTÁLNÍ A SOCIÁLNĚEKONOMICKÉ DOPADY PRODUKCE BIOPALIV V MEZINÁRODNÍM MĚŘÍTKU“. Diplomová práce. Masaryková univerzita, 2012, s. 63. Brno.
- [7] EBB: European Biodiesel Board. *What is biodiesel?* 3. února 2015. URL: <http://www.ebb-eu.org/biodiesel.php> (cit. 15. 02. 2015). Belgie.
- [8] Joel G. BURKEN. *Biofuel Production And Water Scarcity. A Drink-Or-Drive Issue?* ScienceDaily: Your source for the latest research news. 11. května 2009. URL: <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/05/090501204627.html> (cit. 18. 03. 2015). USA.
- [9] Alternative Fuels Data Centers. *Renewable Natural Gas (Biomethane)*. 13. 1. 2015. URL: http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging_biogas.html (cit. 16. 02. 2015). USA.
- [10] BIOMASS Energy Centre. *What is BIOMASS?* 2008-2011. URL: http://www.biomassenergycentre.org.uk/portal/page?_pageid=76,15049&_dad=portal&_schema=PORTAL (cit. 02. 01. 2015). Velká Británie.
- [11] BIOMASS Energy Centre. *Why use BIOMASS?* 2008-2011. URL: http://www.biomassenergycentre.org.uk/portal/page?_pageid=76,15068&_dad=portal&_schema=PORTAL (cit. 02. 01. 2015). Velká Británie.
- [12] European Commission. *Land use change*. 8. 03. 2015. URL: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/land-use-change>. Evropská unie.
- [13] Vecino DAVE. *Biofuels. Advantages of Biofuels*. Conserve Energy Future: Be Green. Stay Green. 2014. URL: <http://www.conserve-energy-future.com/advantages-and-disadvantages-of-biofuels.php> (cit. 26. 12. 2014).

- [14] Vecino DAVE. *Biofuels. Disadvantages of Biofuels*. Conserve Energy Future: Be Green. Stay Green. 2014. URL: <http://www.conserve-energy-future.com/advantages-and-disadvantages-of-biofuels.php> (cit. 26. 12. 2014).
- [15] Stacy C. Davis. *Ethanol Overview*. Biomass Energy Data Books. 10. října 2012. URL: http://cta.ornl.gov/bedb/biofuels/ethanol/Ethanol_Overview.shtml (cit. 15. 02. 2015). USA.
- [16] Autoethanol: E85. *Přestavba na E85*. 2013. URL: http://www.autoethanol.cz/autoethanol/ETHANOL-A-PRESTAVBA-NA-E85-a14_0.htm (cit. 18. 03. 2015). Česká republika.
- [17] ekoporadny.cz. *Co jsou to biopaliva první a druhé generace? Jaký je mezi nimi rozdíl?* 2008. URL: <http://www.ekoporadny.cz/faq/co-jsou-to-biopaliva-prvni-a-druhe-generace-jaky-je-mezi-nimi-rozdil.htm>.
- [18] ENERGY.GOV. *Biomass Resource Basics. Biomass Feedstocks*. 14. 8. 2013. URL: <http://energy.gov/eere/energybasics/articles/biomass-resource-basics> (cit. 02. 01. 2015). USA.
- [19] Europa: Summaries of EU legislation. *EU strategy for biofuels. SUMMARY*. 25. 04. 2008. URL: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/128175_en.htm (cit. 27. 12. 2014). Evropská unie.
- [20] Europa: Summaries of EU legislation. *Renewable Energy Road Map. SUMMARY*. 9. 02. 2007. URL: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/127065_en.htm. Evropská unie.
- [21] EurActiv.cz. *Biopaliva pro dopravu*. 23. 7. 2009. URL: <http://www.euractiv.cz/energetika/link-dossier/biopaliva-pro-dopravu> (cit. 30. 12. 2014). Česká republika.
- [22] Jiří FRIES. „Biomasa“. In: *STROJE PRO ZPRACOVÁNÍ ODPADU: učební text*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 178–181. ISBN: 978-80-248-1511-4. Ostrava.
- [23] Biopaliva frčí. *Chci začít tankovat biopaliva. Co to obnáší?* 2015. URL: <http://biopalivafrci.cz/chci-zacit-tankovat-biopaliva-co-to-obnasi/> (cit. 18. 03. 2015). Česká republika.
- [24] Biopaliva frčí. *Historie. Období po druhé světové válce a éra ropy*. 2015. URL: <http://biopalivafrci.cz/co-jsou-to-biopaliva/historie/> (cit. 17. 03. 2015). Česká republika.
- [25] Biofuels: The fuel on the future. *First Generation Biofuels*. 2010. URL: <http://biofuel.org.uk/first-generation-biofuels.html> (cit. 16. 02. 2015). Velká Británie.

- [26] Biofuels: The fuel on the future. *Second Generation Biofuels*. 2010. URL: <http://biofuel.org.uk/second-generation-biofuels.html> (cit. 15.02.2015). Velká Británie.
- [27] Biofuels: The fuel on the future. *Third Generation Biofuels*. 2010. URL: <http://biofuel.org.uk/third-generation-biofuels.html> (cit. 10.02.2015). Velká Británie.
- [28] Alexandros GASPARATOS. *The Impact of Biofuel Expansion on Biodiversity and Ecosystem Services*. BIODIVERSITY: INSTITUTE OXFORD. 2015. URL: <http://www.biodiversity.ox.ac.uk/researchthemes/biodiversity-beyond-protected-areas/the-impact-of-biofuel-expansion-on-biodiversity-and-ecosystem-services/> (cit. 17.02.2015). Oxford.
- [29] GreenFacts: Facts on Health a the Enviroment. *Liquid Biofuels for Transport Prospects, risks and opportunities. What are the environmental impacts of biofuel production?* 2001–2015. URL: <http://www.greenfacts.org/en/biofuels/1-3/4-environmental-impacts.htm#0p0> (cit. 17.02.2015).
- [30] M. Scott Hess. *How Biodiesel Works. Biofuel History*. How stuff works. 1998–2015. URL: <http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/alternative-fuels/biodiesel2.htm> (cit. 17.03.2015). Atlanta.
- [31] Jan HROMÁDKO. „Biopaliva“. In: *Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Grada, 2012, s. 130–136. ISBN: 978-80-247-4455-1. Praha.
- [32] IGD. *Second Generation Biofuels*. The Institute of Grocery Distribution a IGD Services. 14. listopadu 2008. URL: <http://www.igd.com/Research/Sustainability/Energy/3700/Second-Generation-Biofuels/#3> (cit. 13.02.2015). Velká Británie.
- [33] Iif Miftahul Ihsan. *Mikroalga sebagai Penyerap Karbon dan Pengganti BBM*. Kompasiana. 7. 11. 2014. URL: <http://green.kompasiana.com/penghijauan/2014/11/07/mikroalga-sebagai-penyerap-karbon-dan-pengganti-bbm-701661.html> (cit. 18.04.2015).
- [34] Methanol Institute. *Methanol Transportation Fuel. Methanol Fuel*. 2011. URL: <http://www.methanol.org/Energy/Transportation-Fuel.aspx> (cit. 10.02.2015). USA.
- [35] Petra KUCHYŇKOVÁ Iveta PALIČKOVÁ. *ČR a EU - energetika. Klíčové dokumenty*. Euroskop.cz: Věčně o Evropě. 2005-14. URL: <https://www.euroskop.cz/9101/sekce/cr-a-eu---energetika/> (cit. 30.12.2014). Česká republika.

- [36] Herbert GIRARDET a John SEYMOUR. „OBRANA PROTI VÝFUKŮM. Pohonné látky z rostlin“. In: *Zelená planeta: ekologický program pro každého*. Přel. Sylva Dolenská. Mladá fronta, 1993, s. 167–168. ISBN: 80-853-6847-1. Praha.
- [37] Chien-Yen CHEN a Prosun BHATTACHARYA Jyoti Prakash MAITY Jochen BUNDSCHUH. „Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment. Present and future perspectives – A mini review“. In: *Energy* 78 (2014), s. 104–113. DOI: 10.1016/j.energy.2014.04.003. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544214004150> (cit. 15. 02. 2015).
- [38] Jaroslav KADRNOŽKA. „Hlavní příčinou globálního oteplování a nastupujících klimatických změn je opatřování energie, další antropogenní a vyvolané příčiny. Negativní důsledky některých energetických a ekologických opatření“. In: *Země se ubrání*. 1. vyd. CERM, 2010, s. 76–77. ISBN: 978-80-7204-678-2. Brno.
- [39] Irena a Štefan KANOVŠTÍ. CO MOŽNÁ NEVÍTE O ETHANOLU. *Chcete jezdit levněji?* MOTOR: expert s.r.o. 24.8.2012. URL: <http://www.motorexpert.cz/clanek011.html> (cit. 18. 03. 2015). Česká republika.
- [40] Juraj KIZLINK. *Vliv biopaliv na motory. Vliv na benzinový motor*. BIOM.cz. 22.4.2010. URL: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vliv-biopaliv-na-motory> (cit. 16. 02. 2015). Praha.
- [41] Dana KOUBOVÁ. *Další nevýhoda biopaliv – potřeba zavlažování*. EKO VIS MŽP. 6.5. 2010. URL: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?typ=1&val=1008317> (cit. 17. 02. 2015). Česká republika.
- [42] Táňa Králová. „Státem podporovaná biopaliva trhají rekordy“. In: *Týdeník Dotyk* 8 (20. 2. 2015). ISSN: 1805-9465. URL: http://www.dotyk.cz/08-2015/8_udalost-dotyku-statem-podporovana-biopaliva-trhaji-rekordy- (cit. 01. 04. 2015). Praha.
- [43] Jaroslav Kára. „Využití bioalkoholu. Výsledky měření emisí a kouřivosti“. In: *Biom.cz* (19.3.2002). ISSN: 1801-2655. URL: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-bioalkoholu> (cit. 27. 03. 2015).
- [44] EXtension: America's Research based Learning Network. *History of Biodiesel. Modern Interest in Biodiesel*. 26 března 2012. URL: <http://www.extension.org/pages/27135/history-of-biodiesel#.VQiGRctuPVM> (cit. 17. 03. 2015). USA.
- [45] Lignoworks. *What is Lignin? Occurrence, Chemical Structure, Function*. Western University. 2015. URL: <http://www.lignoworks.ca/content/what-lignin> (cit. 18. 04. 2015).
- [46] Igor MAHAL. „S ropou v koncích“. In: *Svět* 07 (2009), s. 28–31. ISSN: 1802-2278. Brno.

- [47] Karel Murtinger. *Seminář Biomasa pro výrobu tepla. Technologie pro využití dřevní biomasy*. tzbinfo. 6.4.2009. URL: <http://www.tzb-info.cz/5537-seminar-biomasa-pro-vyrobu-tepla> (cit. 18. 04. 2015). Česká republika.
- [48] Lubomír NÁTR. „Zemědělství“. In: *Příroda, nebo člověk?: služby ekosystémů*. Karolinum, 2011, s. 177–193. ISBN: 978-80-246-1888-3.
- [49] Evropský parlament. *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2003/30/ES. ze dne 8. května 2003 o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě*. Evropská unie, 2003. Česká republika.
- [50] Evropský parlament. *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/28/ES. ze dne 23. dubna 2009, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/EHS*. Evropská unie, 2009. Česká republika.
- [51] Evropský parlament. *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/30/ES. ze dne 23. dubna 2009, kterou se mění směrnice 98/70/ES, pokud jde o specifikaci benzinu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu po sledování a snížení emisí skleníkových plynů, a směrnice Rady 1999/32/ES, pokud jde o specifikaci paliva používaného plavidly vnitrozemské plavby, a kterou se ruší směrnice 93/12/EHS*. Evropská unie, 2009. Česká republika.
- [52] Jaroslav PETR. *Jak ekologická jsou biopaliva? Nedoceněná ekologická rizika*. BIOM.cz. 5.2.2009. URL: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/jak-ekologicka-jsou-biopaliva> (cit. 18. 03. 2015). Česká republika.
- [53] Pavel PILECKÝ. „KONKURENCE VE VYUŽITÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PRODUKTŮ – POTRAVINY VERSUS BIOPALIVA“. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, 2013, s. 61. Praha.
- [54] Union of Concerned Scientists: Science for a healthy planet a safer world. *How Biomass Energy Works. Converting Biomass to Biopower*. Union of Concerned Scientists. 2010. URL: http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-biomass-energy-works.html#bf-toc-2 (cit. 02. 01. 2015). USA.
- [55] European Biofuels: TECHNOLOGY PLATFORM. *Advanced Biofuels in Europe. A definition of Generations of Biofuels based on carbon resource*. 2007-2014. URL: <http://www.biofuelstp.eu/advancedbiofuels.htm> (cit. 15. 02. 2015). Evropa.
- [56] European Biofuels: TECHNOLOGY PLATFORM. *Fatty Acid Methyl Esters (FAME) Fact Sheet*. 17. 11. 2014. URL: <http://www.biofuelstp.eu/factsheets/fame-fact-sheet.html> (cit. 16. 02. 2015).

- [57] Jan PLESNÍK. *Biologická rozmanitost a změna podnebí. Současný stav a předpověď dalšího vývoje*. Ochrana přírody. 1.9.2009. URL: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/clanky/biologicka-rozmanitost-a-zmena-podnebi.html>. Česká republika.
- [58] Jana Poncarová. *Miscanthus: energetický zázrak? Proč máme topit biomasou? nazeleno.cz*. 17. 08. 2009. URL: <http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/miscanthus-energeticky-zazrak-proc-mame-topit-biomasou.aspx> (cit. 18. 04. 2015).
- [59] J. POPP. „The effect of bioenergy expansion. Food, energy, and environment“. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 32 (2014), s. 559–578. DOI: 10.1016/j.rser.2014.01.056. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032114000677> (cit. 15. 02. 2015).
- [60] PREOL. *Co je Ekodiesel*. 2015. URL: <http://www.preol.cz/ekodiesel-a-pohonne-hmoty/co-je-ekodiesel/> (cit. 18. 03. 2015). Lovosice.
- [61] PREOL. *Ekodiesel. Ekodiesel – obchodní název pro SMN 30*. 2015. URL: <http://www.preol.cz/produkty/pohonne-hmoty/ekodiesel/> (cit. 18. 03. 2015). Lovosice.
- [62] Parlament České republiky. *Nářízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv*. č. 351. 131. 2012, s. 4698–4720. Česká republika.
- [63] Parlament České republiky. *Vyhláška o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci*. č. 133. 48. 2010, s. 1746–1768. Česká republika.
- [64] Parlament České republiky. *Zákon o ochraně ovzduší*. č. 201. 69. 2012, s. 2786–2848. Česká republika.
- [65] Parlament České republiky. *Zákon o spotřebních daních*. č. 353. 118. 2003, s. 5730–5788. Česká republika.
- [66] Randy SCHNEPF. *European Union Biofuels Policy and Agriculture. An Overview*. CRS Report for Congress. 2006. URL: <http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/06Apr/RS22404.pdf> (cit. 30. 12. 2014).
- [67] BERMANGROUP ECONOMIC DEVELOPMENT SERVICES. *Směrnice Rady 2003/96/ES, ze dne 27. října 2003, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny*. 2012. URL: <http://www.inuru.com/images/stories/pdf/biopaliva.pdf> (cit. 26. 12. 2014). Česká republika.
- [68] RP. SIEGE. *A Brief History of Biofuels*. TriplePundit: people, planet, profit. 1. října 2012. URL: <http://www.triplepundit.com/2012/10/history-of-biofuels/> (cit. 17. 03. 2015).

- [69] Jiří SIROTEK. *Biopaliva – pro a proti. Hlavní nevýhody*. PRAVDU. 30.07.2012. URL: <http://pravdu.cz/biopaliva/biopaliva-pro-a-proti> (cit. 18.03.2015). Česká republika.
- [70] The Crop Site. *Environmental Impacts of Biofuels*. listopad 2008. URL: <http://www.thecropsite.com/articles/1771/environmental-impacts-of-biofuels/> (cit. 18.03.2015).
- [71] Václav SLADKÝ. *Přeměna organického odpadu na motorová paliva*. Biom.cz. 24.8.2009. URL: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/premena-organickeho-odpadu-na-motorova-paliva> (cit. 23.03.2015). Česká republika.
- [72] Velký lékařský slovník. *pektiny*. Maxdorf. 2008. URL: <http://lekarske.slovniky.cz/lexikon-pojem/porfyriny-2> (cit. 18.04.2015). Česká republika.
- [73] Velký lékařský slovník. *porfyriny*. Maxdorf. 2008. URL: <http://lekarske.slovniky.cz/lexikon-pojem/porfyriny-2> (cit. 18.04.2015). Česká republika.
- [74] Jiří ČUPERA a Martin FAJMN Tomáš ŠMERDA. „Ethanol. palivo pro vznětové motory“. In: *Vznětové motory vozidel: Biopaliva, emise, traktory*. CPress, 2013, s. 54–59. Brno.
- [75] Jiří ČUPERA a Martin FAJMN Tomáš ŠMERDA. „Rostlinné oleje ve vznětových motorech. Provoz vznětových motorů na alternativní paliva“. In: *Vznětové motory vozidel: Biopaliva, emise, traktory*. CPress, 2013, s. 54–59. Brno.
- [76] Jiří TRNKA. *Biopaliva frčí (nejen) v Čechách již více než sto let. První republika a palivo dynalkol*. BIOM.cz. 16.4.2014. URL: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biopaliva-frci-nejen-v-cechach-jiz-vice-nez-sto-let> (cit. 17.03.2015). Česká republika.
- [77] Jakub TUZA. „Biopaliva pro vozidlové spalovací motory“. Bakalářská práce. Mendelova univerzita, 2012, s. 43. Brno.
- [78] Michal VOJTÍŠEK. *Jezdíme na rostlinný olej*. BIOM.cz. 7.11.2010. URL: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/dopad-spalovani-rostlinnych-oleju-ve-vznetovych-motorech-na-vyfukove-emise> (cit. 16.02.2015). Praha.
- [79] Annie WEBB. *A brief history of biofuels: from ancient history to today. Biofuels were our first transportation fuels*. BioFuelNet Canada. 2011-2015. URL: <http://www.biofuelnet.ca/2013/07/31/a-brief-history-of-biofuels-from-ancient-history-to-today/> (cit. 17.03.2015). Canada.
- [80] Illinois Wildflowers. *Indian Grass*. 2002-2015. URL: http://www.illinoiswildflowers.info/grasses/plants/ind_grass.htm (cit. 18.04.2015).

- [81] Robert WRIGHT. *EU Must Keep Benefits of Sustainable Biofuels in Sight*. Ethanol: PRODUCER MAGAZINE. 2014. URL: <http://www.ethanolproducer.com/articles/11714/eu-must-keep-benefits-of-sustainable-biofuels-in-sight&usg=ALkJrhjNPJWV6A0Rp-BXsq6o9ntTyjfHfQ> (cit. 30. 12. 2014).
- [82] Ministerstvo zemědělství. „Analýza produkce biomasy. Potenciál cíleně pěstované biomasy pro výrobu biopaliv v dopravě“. In: *AKČNÍ PLÁN PRO BIOMASU V ČR A OBDOBÍ 2012–2020*. 2012, s. 100. ISBN: 978-80-7434-074-1. URL: http://eagri.cz/public/web/file/179051/APB_final_web.pdf (cit. 18. 04. 2015). Praha.
- [83] Ministerstvo zemědělství. *Revize směrnice o obnovitelných zdrojích energie a směrnice o kvalitě paliv*. EAGRI. 22.8.2013. URL: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/biopaliva/revize-smernice-o-obnovitelných-zdrojích.html> (cit. 12. 02. 2015). Česká republika.
- [84] Ministerstvo zemědělství. „Využití biomasy pro výrobu kapalných biopaliv“. In: *Možnosti energetického využití biomasy: ukázka praktických opatření z Akčního plánu pro biomasu v ČR na období 2012-2020*. 2013, s. 66. ISBN: 978-80-7434-122-9. Praha.
- [85] Ministerstvo zemědělství. *Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020*. EAGRI. 12.8.2014. URL: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/biopaliva/vicelety-program-podpory-dalsiho-1.html> (cit. 12. 02. 2015). Česká republika.
- [86] Ministerstvo zemědělství. *Poslanecká sněmovna projednává novelu o podpoře biopaliv. Ministerstvo zemědělství tak chce dodržet evropské směrnice*. 8.4.2015. URL: http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2015_poslanecka-snemovna-projednava-novelu-o.html.
- [87] Jaroslav ČERNÝ. *Bionafta a provoz motorů. Těkavost bionafty a pronikání do motorového oleje*. TrioTechnika. 2008 - 2015. URL: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-1-2009/bionafta-a-provoz-motoru.html> (cit. 16. 02. 2015). Žilina.
- [88] Josef Žídek. „Nahradí benzin palivo z kravského hnoje. Bezpečný a praktický“. In: *100+1 zahraniční zajímavost* 13 (2014), s. 42–45. ISSN: 0322-9629. Česká republika.